JAHRGANG LV. 1905. HEFT VII BIS IX.

Die Kirche und das Kloster der Augustinernonnen in Lippstadt.

Vom Professor Friedrich Ostendorf in Danzig.

(Mit Abbildungen auf Blatt 38 bis 42 im Atlas.)



Abb. 1. Ansicht der Kirche von Südwesten.
(Nach einem Aquarell aus dem Jahre 1836.)

I.

Viel weniger als über die Anlage und Einrichtung der Mönchsklöster und der Dom- und Kollegiatstifte sind wir über die der Nonnenklöster und der Chorfrauenstifte unterrichtet. Von jenen, besonders von den Mönchsklöstern der Zisterzienser, sind uns eine ganze Reihe erhalten geblieben. Und wenn sie auch nicht alle in verhältnismäßig so unversehrtem Zustande die Zeiten überdauert haben, wie die Zisterzienserklöster von Maulbronn und Eberbach und das Kartäuserkloster von Villefranche en Rouergue, so macht doch die größere Anzahl erhaltener verwandter Anlagen es möglich, die einst vorhandenen aber zerstörten Teile in allgemeinen Umrissen zu ergänzen. Und nicht nur über die behäbiger gewordene Einrichtung im späteren Mittelalter, auch über die in der früheren Zeit, im 12. und 13. Jahrhundert, geben uns die noch vorhandenen, Baudenkmäler Aufschluß.

Die Frauenklöster haben den Wechsel der Zeiten nicht so gut überstanden.[1]) Es ist auch nicht in dem Maße wie bei den Männerklöstern möglich, das Verschwundene oder Veränderte nach den an anderer Stelle erhaltenen Bauten zu ergänzen. Auch die derselben Ordensgemeinschaft angehörenden Klöster folgen in ihrer Anlage durchaus nicht etwa einem allgemein angenommenen Schema, wie die Bauten der Hirsauer, der Zisterzienser oder der Kartäuser. Sie weisen unter sich eine große Verschiedenheit auf, wie denn die Konvente selbst eine sehr verschiedene Stellung zu anderen kirchlichen Potenzen einnahmen und nach einer mannigfaltig wechselnden Regel lebten. So ist denn unsere Kenntnis von der Einrichtung dieser Klöster eine nicht eben tief gehende. Selbst über die eigentümliche Anlage der zugehörigen Klosterkirchen, deren ja eine große Anzahl erhalten sind, sind wir nicht ausreichend unterrichtet.

Es wird auch schwer halten, diese Lücken heute noch auszufüllen. In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts wäre es wohl noch möglich gewesen. Inzwischen sind die Kirchen, die, wenn sie nicht in Ruinen liegen, zumeist zu einfachen Pfarrkirchen geworden sind, und in denen man auf die Bedürfnisse eines Frauenkonventes keine Rücksicht mehr zu nehmen brauchte, fast überall umgebaut. Die für den neuen Zweck einer Pfarrkirche störenden weiten Emporeneinbauten sind ganz oder zum Teil beseitigt worden. Oft genug haben solche Kirchen, wie etwa die in Freckenhorst, Asbeck, Wreden, Arendsee, Heiligengrabe, Marienfließ, Zarrentin, die Kirchen des Magdalenenklosters in Hildesheim, des Klosters Marienberg in Helmstedt und des Heiligkreuzklosters in Rostock kaum etwas behalten, das auf den ersten Blick an ihre einstige Bestimmung erinnern könnte. Und wie sehr noch das 19. Jahrhundert unter den Klosterbauten selbst aufgeräumt hat, zumal unter solchen, die nicht unmittelbar zu vorteilhafter Verwendung geeignet erschienen, die sogar noch die Unterhaltungsfonds in Anspruch nahmen, das ist ja hinlänglich bekannt.

Ein Frauenkloster, das, obwohl in seinen späten Gebäuden noch heute von Stiftsdamen bewohnt, seit der ersten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts in Ruinen liegt, das zu St. Marien der Augustinernonnen in Lippstadt, hat nun weit mehr des Interessanten und seiner Art Eigenen erhalten, als unseres Wissens irgend eines der zahlreichen Frauenklöster Westfalens.[2]) Zu Anfang des 19. Jahrhunderts mag es noch in leidlich gutem Zustande gewesen sein, wenn auch damals schon die Kirche einer Wiederherstellung dringend bedurfte. Ein uns erhaltener Lageplan des ganzen Stiftes vom Jahre 1828 (Abb. 2 Bl. 39), der freilich die Kopie eines älteren zu sein scheint und den Zustand vielleicht vom Ende des 18. Jahrhunderts darstellt, zeigt außer der Kirche das damals schon zu einem Wirtschaftsgebäude umgebaute Konventshaus im Westen sowie den Kreuzgang im Süden ganz erhalten und von dem östlichen Flügel desselben noch ein gutes Stück, zum Teil überbaut von einem späteren Stiftsgebäude. Der nördliche Kreuzgangflügel und der westliche an dem Konventshause gelegene waren freilich damals schon nicht mehr vorhanden; der erstere — wenn er überhaupt je

1) Und doch war für sie die Lage vielleicht günstiger als für die Männerklöster. Während nämlich diese fast überall früher oder später ihren Besitzern und Insassen genommen und ihrem Zwecke entfremdet wurden, haben sich die Frauenkonvente vielfach in ihrem alten Besitze erhalten, wenn sie auch, wozu übrigens schon im Mittelalter der Anfang gemacht worden war, später freiweltliche Stifte wurden.

2) Vgl. die Beschreibungen von Lübke in dessen Mittelalterlicher Kunst in Westfalen S. 179 und von Ewerbeck in der Deutschen Bauzeitung Jahrg. 1870, S. 187, wo man auch drei Tafeln mit Abbildungen der Kirche und ihrer Einzelheiten findet. Beide Beschreibungen sind nicht einwandfrei, so verdienstvoll sie zu ihrer Zeit gewesen sein mögen.

gebaut worden war — war wohl zerstört worden, um einem heute noch bestehenden, im 18. Jahrhundert aus Fachwerk errichteten Stiftsgebäude Platz zu machen. Auch von dem am östlichen Kreuzgangflügel ehedem gelegenen Gebäude, das in alter Zeit wohl die Wohnung der Äbtissin enthielt und das vielleicht der im Jahre 1740 ebenfalls als Fachwerkbau errichteten neuen Abtei zum Opfer fiel, ist schon damals nichts mehr vorhanden gewesen. Ein Aquarell vom Jahre 1836 im Besitze des Herrn Sanitätsrats Dr. Hilbek in Lippstadt (Text-Abb. 1 gibt einen Teil davon), zeigt dann den Westbau der Kirche, der den Nonnenchor enthielt, im Verfall und ohne Dach. Der südliche Kreuzgangflügel ist nicht mehr vorhanden. Das Konventshaus ist, wie es heute noch erhalten und wie es nach dem in das 18. Jahrhundert zu setzenden Umbau geworden war, dargestellt. In die südliche Giebelmauer ist eine große Toröffnung eingebrochen. Wann der Abbruch der nördlichen Hälfte geschehen ist, scheint nicht festzustellen zu sein. Zeigt das Bild von 1836 das eigentliche Kloster schon in Zerstörung und Verfall, so war doch die Kirche im großen ganzen damals noch erhalten. Der südliche Turm stand noch, und das Schiff war durch ein großes Dach gedeckt. Von dieser Zeit an aber beginnt auch für sie die Leidensgeschichte. Die so dringend erforderlichen Wiederherstellungsarbeiten werden hinausgeschoben, schließlich ganz unterlassen; das Dach verfällt, die Gewölbe stürzen ein, der südliche Turm, der von den beabsichtigten zwei Chortürmen allein zur Ausführung gekommen zu sein scheint, fällt in sich zusammen. So liegt sie eine Zeit lang als Ruine. Dann bemächtigt sich ihrer der verstorbene Stiftsrentmeister Blankenburg, ein alter freundlicher Herr, den kein Vorwurf treffen soll. Die Ruine wird in die Gartenanlage des Stiftes hineingezogen und zu solchem Zweck im ganzen Bezirk des Klosters, innerhalb der Kirche und dort, wo ehemals Kreuzgänge und Klostergebäude lagen, so gründlich der Boden durchgraben und durchwühlt, daß man heute vergeblich irgendwo nach alten Grundmauern suchen wird. Die beim Aufräumen des in der Kirche

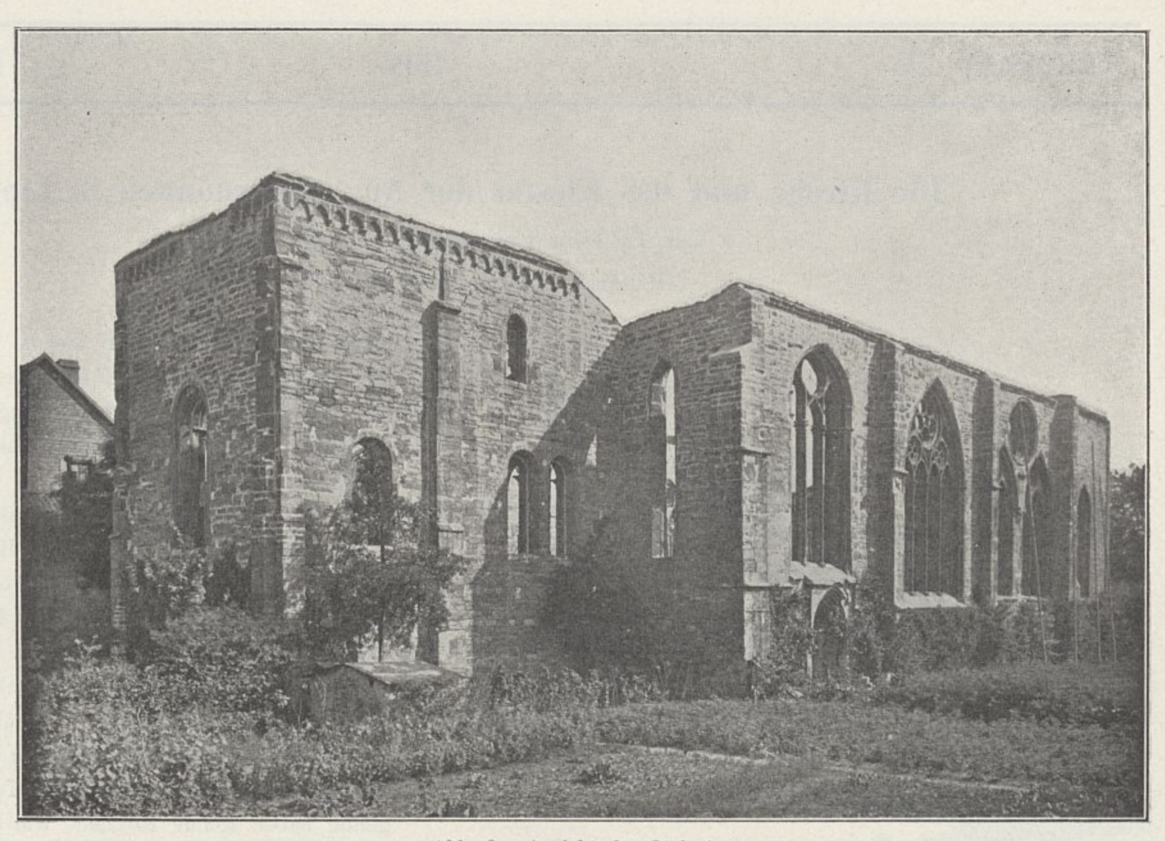


Abb. 2. Ansicht der Südseite.



Abb. 3. Inneres, Ansicht der Südwand.

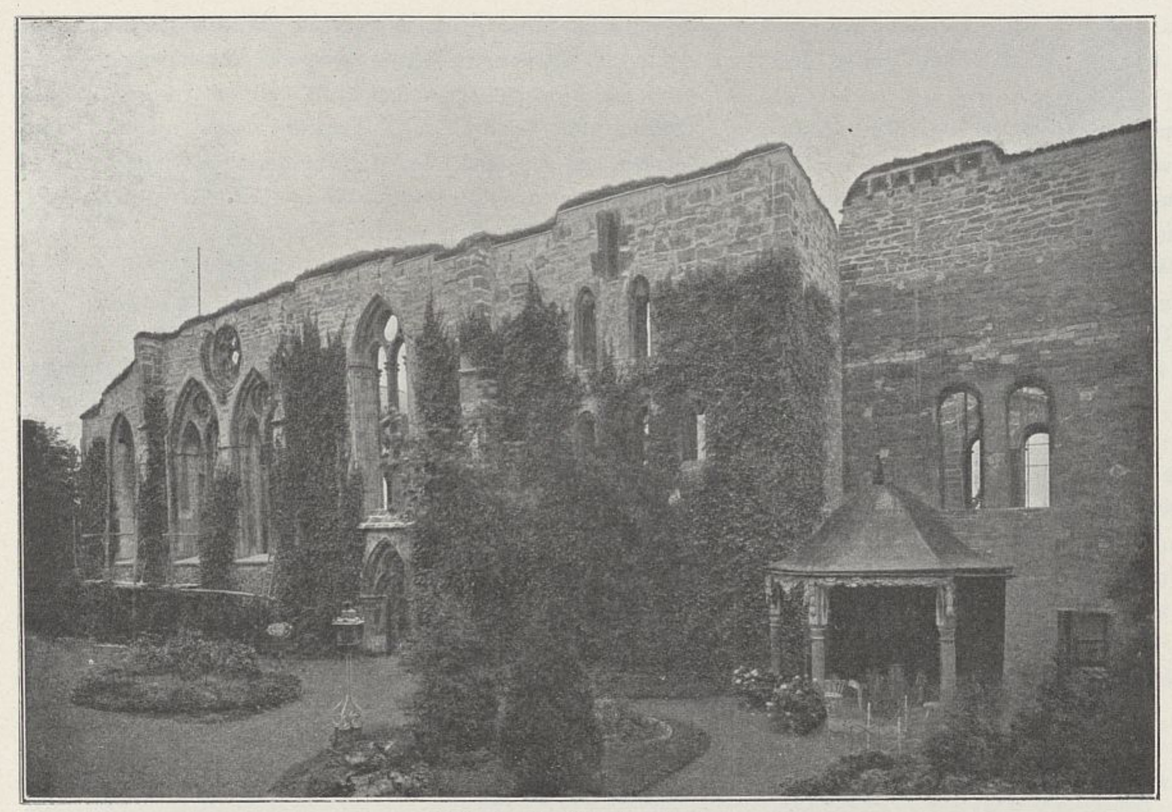


Abb. 4. Ansicht der Nordseite.



Abb. 5. Inneres, Blick nach Westen.

liegenden Trümmerschuttes gefundenen profilierten und dekorierten Steine werden zu einer Grottenbildung zusammengestellt, Kapitelle und Basen des Unterbaues für den Altar auf dem Nonnenchor müssen Tischfüßen und Laternen als Unterlagssteine dienen. Außen und innen ranken Efeu und wilder Wein sich an Mauern und Pfeilern empor, und bald war von diesen selbst wenig mehr zu sehen. Das hat dann zu weiterem Verfall und zur Lockerung des Mauerverbandes geführt, so daß in den letzten Jahren, um überhaupt etwas zu erhalten, eine Abdeckung der Mauern und eine Ausfugung mit Zement ausgeführt worden ist, bei der dann freilich — und nicht nur an der Mauerkrone — manches zerstört wurde.[3])

Das Kloster lag im nordwestlichen Teile der alten Stadt, nahe an die Mauer gerückt und mit der langen Südseite vornehmlich der Stadt zugekehrt. Auf dieser Seite war die Kirche, die zugleich Pfarrkirche einer großen Gemeinde war, von der Stadt aus zugänglich. Die eigentlichen Klosterbauten, d. h. die die Wohnung der Nonnen enthaltenden Gebäude, lagen nicht, wie dies bei den Männerklöstern fast durchweg der Fall ist, an der nördlichen oder südlichen Langseite der Kirche, sondern im Nordwesten davon und mit ihr nur auf einer Ecke im Zusammenhange. Der Eingang zur Klausur wird im Osten gelegen haben; darauf läßt vielleicht die Lage noch der späten Abtei schließen, welche ja stets gern in die Nähe des Eingangs

3) Die Aufnahmen, die den hier veröffentlichten Zeichnungen zugrunde liegen, sind vor 10 Jahren etwa und vor diesen Ausbesserungsarbeiten gemacht worden. Dagegen zeigen die Text-Abb. 2 bis 5 u. 8 nach photographischen Aufnahmen der Meßbildanstalt den heutigen Zustand der Kirche. Damals war sie im Westbau, Schiff und Chor bis zum Hauptgesims, wenn dieses auch nicht überall mehr vorhanden war, erhalten, der Turm bis zu dem unteren Bogenfries. Drei Pfeiler des Innern, nämlich in der nördlichen Reihe der erste und zweite, in der südlichen nur der zweite — von Westen aus gerechnet — hatten nicht nur noch ihr Kapitell, sondern auch der Gewölbeanfang war hier in ein bis zwei Schichten noch vorhanden. Bei den Ausbesserungsarbeiten sind diese Rippen- und Gurtbogenanfänger abgenommen und, willkürlich verwechselt, wieder versetzt worden. Die Mauerlatten und die Balken, soweit diese in der Mauer lagen, für die zwei Emporen im westlichen Joch des nördlichen Seitenschiffes waren damals ebenfalls noch vorhanden. An dem Klostergebäude ist seit jener Zeit nichts mehr verändert worden.

gelegt wurde. Im Norden aber, wo nahe die Lippe und die Stadtmauer vorbeiliefen, und im Westen, wo hinter dem großen Klostergebäude der Garten der Nonnen lag, in welchen von dem südlichen Raum jenes Gebäudes eine Tür hinausführte, kann er nicht gewesen sein.[4])

Nicht aus einem Guß ist die Klosteranlage entstanden, und zumal an der Kirche ist durch $1^1/_2$ Jahrhunderte hindurch gebaut worden. Wir können an ihr sechs Bauzeiten nachweisen, die von einander deutlich geschieden sind, zum Teil durch eine längere Unterbrechung der Bauarbeiten, alle aber durch einen Wechsel in der Person des leitenden Meisters.

II.

1. Wie das bei dem Bau einer Klosterkirche ja naheliegt, wurde mit dem Teile begonnen, der dem Gottesdienst der Nonnen dienen sollte, d. h. mit dem Westbau, der über einem kryptenähnlichen Untergeschoß den Nonnenchor enthält. Dieser Teil der Kirche wird auf der West- und Südseite von einem kräftigen, aus zwei Schichten bestehenden Sockelgesims umzogen (Text-Abb. 6), das sich auch noch an dem westlichen Joch des südlichen Seitenschiffes findet. Hieraus ist zu schließen, daß der Nonnenchor in der vorhandenen Größe von Anfang an beabsichtigt wurde, und daß schon die erste Bauabsicht dahin ging, dem einschiffigen Westbau eine dreischiffige Kirche anzuschließen. Das zweischichtige Sockelgesims zieht sich mit steinmetzmäßigem Fugenschnitt um die Strebepfeiler herum, die zu je zweien die Westecken verstärken und unten einen Vorsprung von 0,40 m aufweisen, nicht aber um den ähnlich, doch nicht ganz gleich angelegten Strebepfeiler, der auf der Südseite des Westbaues liegt. Dieser zeigt ein anderes Sockelgesims und gehört also nicht zur ersten Bauabsicht. Die Nordseite des Westbaues ist von dem ersten Meister überhaupt nicht über die Fundamente herausgebracht worden. Hier beginnt das spätere Sockelgesims schon an der Westecke, wo der nordwestliche Strebepfeiler mit der Nordmauer zusammenschneidet. Man wollte dem Nonnenchor, der etwa $1^1/_2$ mal so lang als breit ist, wohl eine flache Holzdecke geben. Eine solche hat auch der Nonnenchor im benachbarten Frauenkloster Kappel, das damals sicher schon vollendet war. Das war bei bescheidenen Verhältnissen, und wenn man sich in der Höhe beschränken mußte, auch durchaus angebracht. Denn da konnten leicht auf dem um etwa 3 m über den Kirchenfußboden erhöhten Chore die Gewölbeanfänger unbequem werden. Der unter dem Nonnenchor liegende Raum erhielt je zwei rundbogig geschlossene Fenster im Westen und Süden. Sie haben außen eine wagerechte Sohlbank, wie die Fenster der zwei folgenden Bauzeiten und wie das in romanischer Zeit


Abb. 6.

4) Solche Lage des Klosters zur Klosterkirche, die dabei also fast auf allen Seiten freiliegt, steht in engem Zusammenhange mit der Anlage des Nonnenchors im Westen der Kirche. Sie findet sich, ebenso bedingt, oft genug z. B. bei den Frauenklöstern in Kappel, Fröndenberg, Langenhorst, bei dem von St. Marien auf dem Kapitol in Köln und dem Heiligkreuzkloster in Rostock. Andere Klöster, z. B. das von St. Thomas an der Kyll, die in Heiligengrabe, Zarrentin, Lüne, Wienhausen, zeigen, obwohl auch da der Nonnenchor im Westen liegt, die für Männerklöster gebräuchliche Anlage, die dann die Regel ist, wenn der Nonnenchor in einen Querschiffarm gelegt wurde, wie in Gerresheim, Herford, Arendsee, im Kloster Marienberg bei Helmstedt u. a.

ja etwas durchaus Gebräuchliches ist. Während Gewände und Bogen aus Haustein gebildet sind, ist die wagerechte Sohlbank aus Bruchsteinen aufgemauert und war verputzt wie die Flächen der Mauern. Die Fenster waren nicht verglast, sondern mit hölzernen Läden geschlossen, für die die Kloben noch vorhanden sind. Demgemäß ist ihre innere Nische nicht durch einen mit dem äußeren Fensterbogen konzentrischen Rundbogen abgeschlossen, sondern wie die Nische der Türen (vgl. den Längenschnitt Abb. 1 Bl. 40) durch einen geknickten Flachbogen, der dem Aufsperren der Holzläden nicht hinderlich sein konnte. Das Material ist in dieser Bauzeit und in den vier folgenden dasselbe. Für die Gesimse, Gewände, Ecken usw. ist eine Art bunten, harten Dolomits zur Verwendung gekommen, der in der Nähe der Stadt bei Anröchte gebrochen wird, dessen Grundton ein helles Graublau ist, der aber auch grüne und gelbe Färbung zeigt. Dieser harte Stein, der heute, als schwer und mühsam zu bearbeiten, selten zu anderem als zu Treppenstufen u. dergl. verwandt wird, hat sich recht gut gehalten. Er ist überall scharriert und zeigt hier und da einen Randschlag, den man eben zunächst hergestellt hat, ehe der Bossen abgehauen wurde. Die Lagerfugen sind überall etwa 5 mm stark. Steinmetzzeichen sind nirgends vorhanden. Die Mauern sind aus Bruchstein desselben Ursprungs und zwar bündig mit dem Haustein aufgeführt. Es versteht sich von selbst, daß die Mauerflächen auch außen geputzt waren.

2. Der Bau war noch nicht weit fortgeschritten, als er ins Stocken geraten sein muß, vermutlich, weil es an Mitteln fehlte. Wir hören in den Urkunden mehrmals und noch im Jahre 1266 von der Armut der Nonnen. Als die Tätigkeit am Bau der Kirche, vielleicht schon nach kurzer Zeit, wieder aufgenommen wurde, war die Leitung in andere Hände übergegangen. Denn es ist doch schlechterdings nicht denkbar, daß der erste Meister plötzlich darauf verfallen sein sollte, das Profil des im Westen schon vorhandenen Sockelgesimses zu ändern und ein im Vergleich zu jenem magereres (Text-Abb. 7) für den in dem ersten Bauabschnitt noch nicht aus der Erde gebrachten Teil der Kirche anzuordnen. Nun wurde der Bau in seiner ganzen Ausdehnung in Angriff genommen. Wenn man dann auch mit dem Aufbau des Schiffes nicht viel weiter kam und vielleicht nur eben bis über das Sockelgesims, so führte man doch den Westbau in dieser Zeit fertig auf, so daß er in Gebrauch genommen werden konnte. Der zweite Meister aber änderte den Entwurf. Es ging nun die Absicht dahin, den Nonnenchor zu wölben. Merkwürdig ist, wie das geschah. Der Raum ist etwa $1^1/_2$ mal so lang als breit. Man hat über ihm nicht etwa zwei rechteckige Gewölbe zur Ausführung gebracht, die man in Westfalen in jener Zeit ja herzustellen noch nicht gewohnt war, sondern ein ganzes und ein halbes quadratisches, welch letzteres dann nach Westen gelegt werden mußte. Als Widerlager wurde auf der Nord- und Südseite, wo der Gurtbogen zwischen den beiden Gewölben lag, je ein Strebepfeiler vor das im Süden schon bis zu einer Höhe von etwa 2 bis 3 m aufgeführte Mauerwerk vorgesetzt und weiter oben im Verband mit den Mauern höher geführt. Diese wurden ebenso ausgebildet wie die Eckstrebepfeiler. Ihr Sockelgesims aber ist nicht das des ersten, sondern das des zweiten Meisters. Da das östliche


Abb. 7.

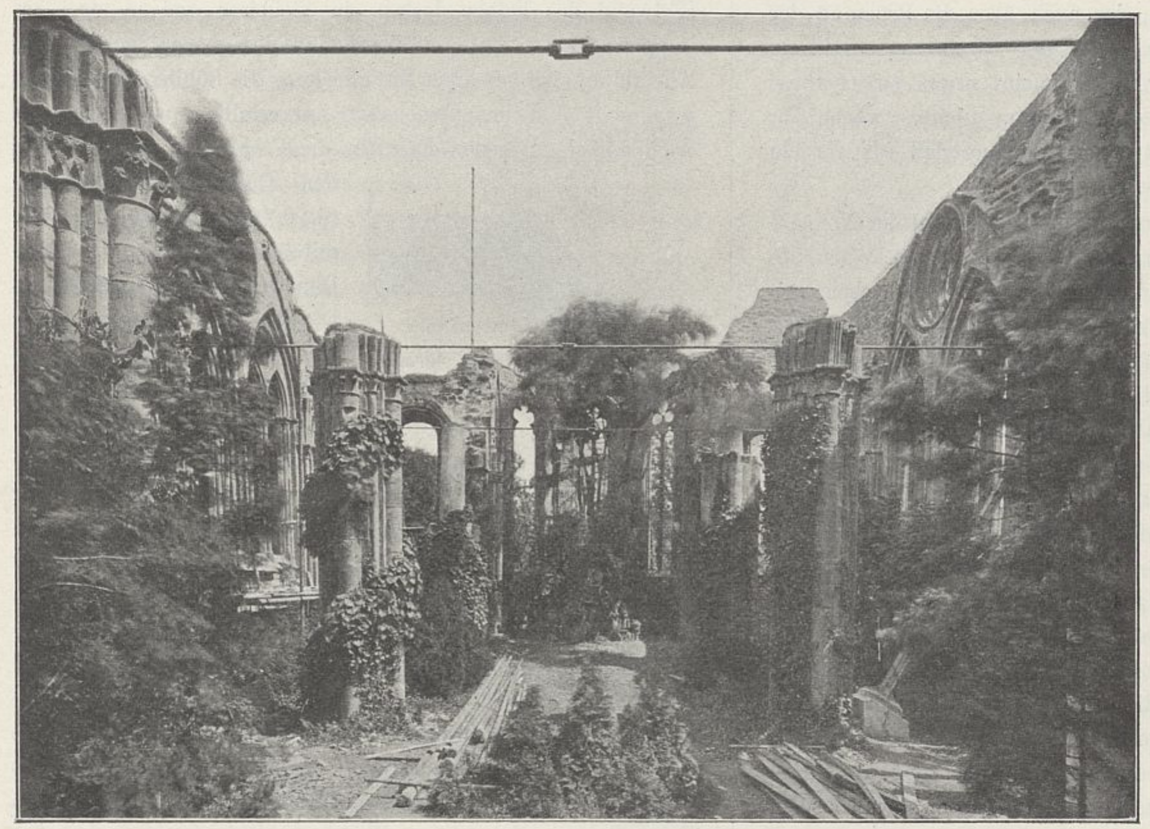


Abb. 8. Inneres, Blick nach Osten.

daß unter dem Jungfrauenchor ein Marien-Magdalenenaltar bestand, den auch eine Urkunde von 1254 und eine andere aus der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts schon erwähnt. Das kryptenartige niedrige Untergeschoß, dessen Fußboden — nach dem Höhenunterschied zwischen der Schwelle der Tür zum Kreuzgang und den Pfeilersockeln der Kirche — um etwa zwei Stufen niedriger als der des Kirchenschiffes gelegen haben muß — genau ist das aus oben angeführten Gründen nicht mehr festzustellen —, war also eine Kapelle.

Der obere Nonnenchor wurde nun, wie gesagt, in $1^1/_2$ Jochen gewölbt. Die Anordnung eines Gewölbes über einem halben Joch, so eigentümlich sie ist, kommt ja auch sonst vor. Sie findet sich früher als in Lippstadt schon am Westende der Kirche des Zisterzienserklosters Eberbach, und aus etwas späterer Zeit am Chor der Kirche des Zisterzienserklosters Marienfeld, um dessen Gründung sich derselbe Bernhard II., Edler Herr zur Lippe, die größten Verdienste erworben hat, den wir als einen ausgezeichneten Wohltäter des Augustinernonnenklosters in Lippstadt kennen lernen, wenn er nicht gar der Stifter desselben sein sollte.

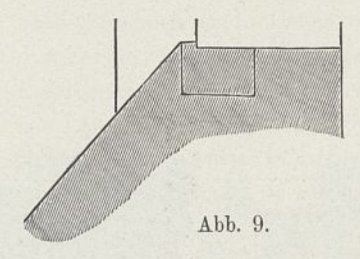
Sucht man für diese merkwürdige Anordnung in Eberbach heute vergebens nach einem Grunde, so ist für sie in Lippstadt ein solcher, wie wir gesehen haben, noch sehr wohl zu erkennen. Sie wurde gewählt, um einen rechteckigen Raum, der ursprünglich eine flache Decke erhalten sollte, zu überwölben. Sie wurde aber auch hier viel eigenartiger durchgeführt als in Eberbach. Denn, wenn man sich dort damit begnügte, ein halbiertes Kreuzgewölbe über dem halben Joch anzuordnen, wobei an der Wand ein häßlicher Gewölbeanschluß in Form eines ziemlich flachen Bogens entstehen mußte, so hat man in Lippstadt ein eigenartig gebildetes volles Kreuzgewölbe zur Ausführung gebracht, in Marienfeld ein dem ähnliches Gewölbe, mit wulstförmigen Rippen, das einem halbierten sechsteiligen Gewölbe am nächsten kommt. Vermutlich hat dieser zweite Meister, als er mit der Fortführung des Baues nach verändertem Plane begann, eine Anordnung wie die von Eberbach im Sinne gehabt und ist erst später zu der ausgeführten durchgedrungen. Denn ebensowohl und noch eher als ein so kompliziertes Gewölbe hätte er zwei rechteckige herstellen können. In Lippstadt aber ist aus dieser Anordnung ein Vorteil gezogen worden, den die einfachere zweier rechteckigen Kreuzgewölbe nicht bieten konnte: Es konnte in der Westwand ein höheres

Fenster des Untergeschosses auf der Südseite nun unsymmetrisch in der breiten Mauerfläche saß, wurde ein drittes hinzugefügt, von der Art wie die anderen, aber etwas größer, und die Kante der äußeren Schräge hat bei ihm ein einfaches Profil erhalten (vgl. Bl. 38). Auf der Nordseite wurde dort, wo der Kreuzgang mit einer Ecke an die Kirche anschließen sollte, eine Tür angelegt. Das Untergeschoß wurde durch eine Balkendecke abgeschlossen, die Balken auf Mauerlatten aufgelegt, die ihrerseits auf Kragsteinen und auf einem etwa 0,10 m breiten Mauerabsatz ein Auflager fanden (Abb. 1 Bl. 40). Die Kragsteine stehen etwa 1,80 m von Mitte zu Mitte, die Balken können nach dem Abstand zwischen der Schwelle der Tür zum Nonnenchor und den Kragsteinen etwa 30 bis 35 cm hoch gewesen sein. Bei einer freien Länge von rd. 7,80 m könnten sie also allenfalls ohne Mittelunterstützung geblieben sein. Wir möchten das aus folgenden Gründen annehmen. An der Ostseite des Nonnenchors unter dem Scheidebogen zum Kirchenschiff wurde, als dieses vollendet war, wohl an der Stelle eines einfacheren bis dahin vorhandenen Altars für die Nonnen, ein neuer aufgestellt, dessen Mensa, wie überall so auch hier, aus Stein sein mußte. Solch steinerner Aufbau konnte aber natürlich nicht auf der Balkendecke aufgeführt werden, sondern bedurfte einer besonderen Unterstützung, die er in Gestalt eines sehr reichen und schönen Säulenunterbaues (Bl. 41) erhielt, von dem weiter unten zu sprechen sein wird. Nahm aber dieser die Mitte der nach der Kirche zu geöffneten Seite des Untergeschosses ein, so blieb für einen Pfeiler zur Auflage eines Unterzuges kein rechter Platz. Um so weniger, als hinter solchem Unterbau in dem Untergeschoß ein Altar gestanden haben muß. Denn wir erfahren aus einer Urkunde vom Jahre 1485,[5])

5) „uppe Sunte Marien Magdalenen altar als dat in der kloster kercken under der erbnanten junceferen chore is beleghen“ im Staatsarchiv in Münster.

Fenster angebracht werden, das auch über die Brüstung der Nonnenempore hinweg noch von der Kirche aus wohl zu sehen war. Und in Marienfeld scheint etwas später diese eigentümliche Anordnung solchen hohen Lichtes wegen für den Chor gewählt worden zu sein, ohne daß für sie ein anderer Grund zu finden wäre.

Durch einen breiten unprofilierten Bogen ist der Nonnenchor vom Kirchenschiff getrennt. Zwischen den Jochen des Gewölbes liegt ein Gurtbogen, der aus Platte und untergelegtem starken Wulst besteht. Beide Bogen sind spitz, aber etwa nur 1 m liegt die Spitze über dem entsprechenden Halbkreis· Von derselben Form sind die einfachen Schildbogen des quadratischen Gewölbes. Der Gewölbeanfang ist unter dem Gurtbogen auf einer Konsole von drei Schichten mit abschließendem Wulstprofil ausgekragt. Ihre Unterkante liegt etwa 1,70 m über dem Fußboden des Nonnenchores, so daß die in dieser frühen Zeit niedrigen Chorstühle noch unter ihr hinreichend Platz fanden. Es ist das aber doch ein Mindestmaß, das vorhanden sein mußte. Die Konsole unter dem Gewölbeanfang am Scheidebogen zwischen Nonnenchor und Kirchenschiff, die aus nur zwei Schichten mit darüber liegendem wulstförmigen Abschlußgesims besteht, liegt mit ihrer Unterkante nur etwa 1,30 m über dem Fußboden des Nonnenchores. Sie ist in die gleiche Höhe mit den Konsolen an der Westwand der Seitenschiffe gelegt, auf denen der zweite Meister die Gewölbe beginnen lassen wollte, und liegt also tiefer als die unter dem Gurtbogen (Text-Abb. 11). Die Bogen des Nonnenchorgewölbes sind aber auf ihr um etwa 0,65 m gestelzt, und der Scheidebogen wird da noch einmal von einem Wulstprofil umzogen. Der Gewölbeanfang im Nonnenchor sollte um dieses Maß höher liegen als der des Kirchenschiffes. Das quadratische Kreuzgewölbe ist nun kuppelartig ausgeführt worden, wie die Reste das noch zeigen, und wie solche Ausführung in spätromanischer Zeit in Westfalen ja ganz gebräuchlich war. Sie findet sich z. B. in Marienfeld, Fröndenberg und auch in der Marienstadtkirche in Lippstadt, ohne oder auch mit Wulstrippen unter dem Gewölbe. Die aus Bruchsteinen gemauerten Schichten sind senkrecht zu den Graten angelegt. Diese treten dann nur unten entschieden hervor, nach oben verschwinden sie allmählich in der Gewölbefläche, indem die Schichten immer regelmäßiger nach einem Kreise verlegt werden. Der Gewölbeanfänger am Gurtbogen ist ganz symmetrisch gebildet, wie bei der Ausführung des Gewölbes über dem halben Joch in Eberbach. Die Schildbogen der Nord- und Südseite sind aber nicht Viertelkreise wie dort oder dementsprechend hier halbe Spitzbogen, sondern aus langem östlichen und kurzem westlichen Schenkel zusammengesetzte Spitzbogen, deren kurzer Schenkel um etwa 2,80 m höher anfängt als der lange. Und in derselben Höhe wie dieser beginnt ein ebenfalls spitzbogiger Schildbogen an der Westseite. Zwischen dem Gurtbogen und diesen drei Schildbogen ist dann ein eigentümliches Kreuzgewölbe in der kuppelartigen Ausführung des quadratischen eingespannt worden. Die Konsolen für die Gewölbeanfänger in den Ecken liegen mit der Oberkante in der gleichen Höhe wie die unter dem Gurtbogen. Die Bogen sind aber hochgestelzt und unter dem eigentlichen Gewölbeanfang umzieht ein wulstartiges Profil die stelzende Eckvorlage. — In der Westwand öffnet sich ein etwa 1,60 m breites und sehr hohes Fenster, in der Südwand des halben Joches ein kleineres und je zwei gekuppelte in der Süd- und Nordwand des ganzen Joches. Die Ausbildung ist bei allen die gleiche. Die Sohlbank ist außen wagerecht und aus Bruchstein hergestellt; nur unter dem nach außen gelegenen Falz für die Verglasung ist ein unter den Gewänden festgelegter rd. 0,20 m breiter und auch mit äußerem Falz versehener Haustein verlegt (Text-Abb. 9). Die innere Sohlbank ist stark abgeschrägt. Während die Gewände außen eine einfache Schräge zeigen, die nur am Westfenster durch eine Abtreppung bereichert wird, sind sie innen in eigentümlicher Weise reich ausgebildet. Hier sind nämlich in die Ecken der ausgetieften Gewände freistehende Säulen gesetzt worden mit attischer Basis mit Eckblättern, mit schmalen Schaftringen und einfachem Kapitell, das ohne Verzierung vom runden Schaft zur quadratischen Platte in der Linie einer Kehle überleitet und auf dem ein wulstiger Abakus liegt. Dieser verbindet die Säule mit dem Gewände, und auf ihm setzt der innere Fensterbogen auf, dessen Kante einen eingesetzten Rundstab zeigt. Solche Ausbildung ist besonders bei den gekuppelten Fenstern von sehr schöner Wirkung. Die unteren und oberen Schaftstücke der Säulen sind vielleicht einem älteren Bau entnommen und daher von ungleicher Länge und Stärke. Während nämlich auf der Nordseite die Schaftringe ungefähr in der gleichen Höhe liegen und die Säulendurchmesser unterhalb und oberhalb derselben gleich sind, liegen die Schaftringe an dem gekuppelten Fenster der Südseite weder mit denen der Nordseite noch unter sich in gleicher Höhe und die Durchmesser der Säulenstücke sind da sehr verschieden groß, so daß die Säule oberhalb des Schaftringes wohl um rd. 5 cm dünner erscheint als unterhalb. Die Eisenstangen für die Verglasung der Fenster sind zum Teil noch vorhanden, sonst ist ihre Lage überall nachzuweisen. In der Nordseite des halben Joches liegt eine Tür, die, von gleicher Ausbildung wie die untere, vom Obergeschoß des Kreuzganges zum Nonnenchor führte.


Abb. 9.

Außen war der Westbau ursprünglich nicht so hoch, wie er heute erscheint. Die in der Linie des Gurtbogens stehenden Strebepfeiler zeigen oben etwa 1 m über dem Scheitel der Fensterbogen seitlich je einen kleinen 5 cm breiten Absatz. Das ist die Höhe, bis zu der sie von dem zweiten Meister geführt worden sind. Das Hauptgesims mag vielleicht noch etwas höher angelegt worden sein; das Westfenster hat aber wohl nicht mehr ganz unterhalb desselben gelegen, sondern ragte in den Giebel hinein. Gewiß hat der Bau des Nonnenchores damals auch gleich ein Dach erhalten und wurde, auf der Ostseite vorläufig durch eine Wand geschlossen, in Benutzung genommen; denn es mußte noch lange dauern, bis der Bau des Kirchenschiffes und des Ostchores vollendet werden konnte.

Der zweite Meister hat also den von dem ersten eben begonnenen, den Nonnenchor enthaltenden Westbau fertiggestellt. Er hat damit ein zwar einfaches aber recht eigenartiges Werk geschaffen, dessen äußere Gestalt ehedem besser gewesen ist, als sie später durch die in der vierten

Bauzeit ausgeführte Erhöhung sich darstellte. Durch diese erhielten die wenig vortretenden Strebepfeiler ein überschlankes und schmächtiges Verhältnis. Die eigentümliche und sehr durchdachte Anlage des Gewölbes und die schöne Ausbildung der Fenster zeigt, daß wir es mit einem Manne zu tun haben, der sich fern von jeder schematischen Behandlung hielt, wie sie so manche gleichzeitige Bauten der rheinischen Kunst zeigen. Die Kargheit der Mittel mag ihn in engen Schranken gehalten haben und wird auch wohl die Veranlassung gewesen sein, daß für die Fenstersäulen nicht recht passende und vielleicht einem älteren Bau entlehnte Schaftstücke zur Verwendung kamen.

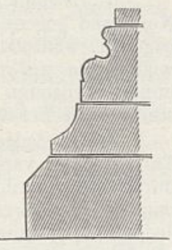
Dieser zweite Meister hat nun aber auch den Bau der Kirche in ihrem ganzen Umfange wenigstens begonnen und die Westwände der Seitenschiffe als Widerlager für den Scheidebogen zwischen Nonnenchor und Kirchenschiff aufgeführt, so daß wir uns allenfalls eine Vorstellung von seinen Absichten in bezug auf die Kirche machen können. Freilich ist heute mit Sicherheit nicht mehr zu entscheiden, ob diese eine Basilika werden oder jener Form folgen sollte, die in Westfalen der Ausbildung der Hallenkirche voranging, der der reduzierten Basilika. Wie die gebräuchliche Form einer gewölbten basilikalen Kirche romanischer Zeit in Deutschland zeigt auch die reduzierte Basilika im Grundriß das sogenannte gebundene System, d. h. zwei quadratische Seitenschiffjoche auf ein viermal so großes Mittelschiffjoch. Anders aber als bei der wirklichen Basilika liegt der Gewölbeanfang im Mittelschiff und Seitenschiff in gleicher Höhe, und daher wird, statt der von Oberfenstern durchbrochenen Wand des basilikalen Hochschiffes, zwischen Mittelschiff- und Seitenschiffdach der reduzierten Basilika nur ein niedriges von einem Gesims abgeschlossenes Mauerstück sichtbar. Die Marienstadtkirche in Lippstadt stellt neben manchen andern westfälischen Kirchen diese Form dar. Da man annehmen muß, daß die Gewölbe über dem Mittelschiff nach der Absicht des zweiten Meisters nicht höher werden sollten, als die des Nonnenchores, darf man wohl voraussetzen, daß auch unsere Klosterkirche von solcher Art sein sollte. Bei der Anlage des Grundrisses wurde auf ein Kreuzschiff von vornherein verzichtet. Da die Kirche nur dem Pfarrgottesdienst zu dienen hatte und die Nonnen auf dem Westchor ihren Platz fanden, konnte von der Anordnung eines solchen ja abgesehen werden. Die Kirche erhielt drei Joche im Mittelschiff und diesen entsprechend je sechs in den Seitenschiffen, denen sich je ein siebentes an ihren Ostenden anschloß. Diese siebenten Joche sollten unter den hier von vornherein beabsichtigten Türmen liegen, deren Untergeschosse also zur Kirche hinzugezogen wurden und an Stelle der sonst gebräuchlichen Nebenapsiden traten. Der Grundriß zeigt manche Unregelmäßigkeiten. Besonders auffallend ist die Stellung des westlichen Pfeilers der südlichen Reihe, für die ein Grund schwer zu finden sein möchte. Wie dieser Meister den Chor geplant hat, ist heute nicht mehr sicher zu bestimmen. Bei der nahen Verwandtschaft der von ihm ausgeführten Teile der Kirche mit der Kirche des Zisterzienserklosters Marienfeld könnte man wohl versucht sein anzunehmen, daß der Chor ehemals und vor dem Umbau desselben in der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts wie in Marienfeld gerade und in der Linie der östlichen Turmmauern geschlossen war, daß im Osten wie im Westen sich die merkwürdige Anordnung eines Gewölbes über einem halben Mittelschiffjoch vorfand und daß der Chorbau des fünften Meisters nicht etwa einer Zerstörung des früheren Chorabschlusses, sondern einer beabsichtigten Erweiterung des Chores seine Entstehung verdankte. Es ist sehr wohl möglich, daß der zweite Meister den Chor selbst noch ziemlich weit gebracht hat, denn in dem dritten Bauabschnitt wird der Bau der Kirche nicht vom Westbau, sondern vom Chor aus weitergeführt. Die beiden Türme wurden mit stärkeren, 1,50 bis 1,60 m dicken, Mauern angelegt und erhielten innen Vorlagen für die Gewölbe, die sonst nirgends vorhanden sind,[6]) und auf den äußeren Ecken Lisenen. Für jeden Gurtbogen des Mittelschiffes aber wurden Strebepfeiler angelegt, ein besonders breiter neben dem Turm auf der Südseite, da hinter diesem Strebepfeiler eine Wendeltreppe zu den Türmen und zum Dach führen sollte, die von innen im zweiten Seitenschiffjoch — vom Osten gerechnet — durch eine schmale Tür neben der Vorlage zugänglich war.[7]) Auch an der Westecke des südlichen Seitenschiffes, wo der Bau schon in der ersten Bauzeit begonnen worden war und wo der erste Meister schon seinen Sockel verlegt hatte, wurde nachträglich ein starker Strebepfeiler angelegt, der dann das Sockelgesims dieser zweiten Bauzeit erhielt. Die westliche Ecke des nördlichen Seitenschiffes, die erst in dieser Zeit angelegt wurde, hat aber keinen Strebepfeiler erhalten weder jetzt noch später, als die Kirche in bedeutend höheren Verhältnissen als Hallenkirche vollendet wurde. Es ist aber nicht wohl möglich, daß man die verhältnismäßig recht schwache Ecke dem Schub des Seitenschiffgewölbes gegenüber ohne Verstärkung gelassen haben sollte, da man doch die entsprechende Ecke des südlichen Seitenschiffes mit besonders starkem Strebepfeiler versehen hat. Schon deshalb ist anzunehmen, daß sich hier früher Mauern des Klosters angeschlossen haben, wie im Lageplan (Abb. 3 Bl. 39) eine solche Anordnung angedeutet ist. Danach lag neben dem westlichen Kreuzgangflügel, von dem ein kleiner Teil noch erhalten ist, ein breiteres Gebäude, dessen Ostmauer auf die Ecke der Kirche zulief und dessen Südgiebel sich der Nordmauer der Kirche anschloß, so daß zwischen dieser, dem Gebäude und dem Kreuzgang ein kleiner Hof gebildet wurde. Diese Annahme wird durch andere Gründe noch gestützt. Die unter dem Nonnenchor gelegene Marien-Magdalenenkapelle nämlich zeigt Fenster wohl nach dem Westen und Süden, nicht aber nach dem Norden, wo nach dem kleinen düstern Hof zu die Anlage von Fenstern so nahe über dem Erdboden keinen Zweck gehabt hätte, während deren für den Nonnen-

6) Irrtümlicherweise ist in dem Grundriß Abb. 4 Bl. 39 an der Nordwand gegenüber dem westlichen Pfeiler eine solche Vorlage angegeben, während hier — vgl. Text-Abb. 11 — wie überall, wo Gewölbebogen auf die Mauern treffen, nur ein ausgekragtes Dienstbündel vorhanden ist. Diese Auskragungen sind im Grundriß durch eine hellere Schraffur gekennzeichnet.

7) Die Anlage dieser Wendeltreppe wurde, wie es scheint, dem Turme später verhängnisvoll. Das Mauerwerk war hier wohl zu sehr durch den von ihr eingenommenen Hohlraum geschwächt, und das mag den Zusammenbruch des Turmes schließlich entschieden haben. Jedenfalls ist dieser starke Strebepfeiler und seine Umgebung, wie es scheint, nach einer fast vollständigen Zerstörung in rohester Weise und sicher, als die Kirche schon in Trümmern lag, erneuert und ausgeflickt worden. — Das Aquarell von 1836 zeigt neben dem Strebepfeiler an derselben Stelle, wo innen die Tür zur Wendeltreppe liegt, eine äußere Türöffnung, die wohl gebrochen wurde, als in protestantischer Zeit in der südlichen Turmkapelle eine Sakristei eingerichtet worden war.

chor und das Seitenschiff in größerer Höhe allerdings angeordnet werden konnten. Dann ist die Ostwand des jetzt nördlich des Westbaues liegenden Stiftsgebäudes (vgl. den alten Lageplan Abb. 2 Bl. 39) d. h. also die Westwand des von uns als ehemals vorhanden angenommenen östlichen Klosterbaues, in der Höhe von zwei Geschossen in bedeutender Stärke massiv aufgeführt, während sonst dieses Stiftsgebäude wie alle anderen neuerer Bauzeit in Fachwerk hergestellt worden sind. Wäre hier nur ein Kreuzgang vorhanden gewesen, so könnte diese Mauer wohl nicht die Höhe von zwei Geschossen aufweisen. Und schließlich bestand für eine in dem vierten Bauabschnitt in dem westlichen Joch des Seitenschiffes ausgeführte Emporenanlage ein äußerer auf Balken ausgekragter Gang mit einer Tür neben dem ersten Strebepfeiler, der doch auf der Ecke an ein Gebäude anschließen mußte, von dem man eben auf jene Empore gelangen wollte. Heute freilich ist von Grundmauern hier wie an anderen Stellen, wo deren ehemaliges Vorhandensein noch nachzuweisen ist, nichts mehr zu finden.

Vom zweiten Meister wurden auch die Schiffspfeiler angelegt. Es erscheint ausgeschlossen, daß der dritte, recht unbedeutende und stümperhafte Meister diese Pfeiler mit den schönen Sockeln und den Basen mit eleganten Eckblättern angelegt haben sollte, die vierte Bauzeit aber muß sie schon fast fertig vorgefunden haben, denn ihr gehört von den drei erhaltenen Kapitellen nur das über dem nordwestlichen Pfeiler, und gehörte also überhaupt wohl nur der Abschluß der beiden westlichen Pfeiler an, während die anderen in der dritten Bauzeit fertiggestellt worden sein müssen. Zwischen den allein erhaltenen Hauptpfeilern für die Gewölbe des Mittelschiffes waren auf jeder Seite drei Zwischenpfeiler oder Säulen für die Seitenschiffgewölbe vom zweiten Meister beabsichtigt, die, wenn sie überhaupt schon von ihm angelegt worden waren, in der dritten Bauzeit wieder beseitigt wurden, und nach deren Fundamenten aus bekannten Gründen leider auch vergeblich nachgegraben wurde. Der Grundriß der Hauptpfeiler zeigt ein auf den Ecken ausgeschnittenes Quadrat, dessen Seiten sich die etwas überhöhten Halbkreise der starken Hauptdienste für die Gurte und Scheidebögen von etwa 45 cm Durchmesser vorlegen, während in den ausgeschnittenen Ecken die vollen Kreise der für die Grate bestimmten Nebendienste von etwa 17 cm Durchmesser liegen. Diese Nebendienste sind aus langen stehenden Stücken, die bis zu 2 m Höhe haben und in die Ecken eingestellt worden sind, aufgeführt, während der Kern der Pfeiler aus auch nicht niedrigen und bis zu 60 cm hohen Schichten besteht, deren Fugen aber nicht etwa durchgehen, sondern auf jeder Seite des Pfeilers anders liegen. Die Sockel sind aus zwei profilierten Schichten und darüber einer dritten gebildet, die die attische Basis mit Eckblättern für die Säulen zeigt. Das ganze dreischichtige Profil zieht sich um den Pfeilergrundriß herum. Für die drei nördlichen und den östlichen der südlichen Reihe ist das Profil das gleiche (Abb. 10), etwas anders, und unter sich wieder verschieden, für die beiden letzten Pfeiler dieser Reihe. Auch die Vorlagen der Türme zeigen solchen reichen Sockel, nur ist die oberste Schicht etwas einfacher, indem hier der obere Rundstab der attischen Basis fehlt. Der Sockel der beiden östlichen Pfeiler und der nach dem Mittelschiff zu gelegenen Vorlagen der Türme liegt nun um rd. 35 cm höher als bei den anderen. Es folgt daraus, daß in der Linie dieser östlichen Pfeiler einige Stufen zu dem etwas erhöhten Chor hinaufführten, während die Turmkapellen keine Fußbodenerhöhung erhalten haben. Die Pfeiler sollten nach dem Plane des zweiten Meisters nicht entfernt so hoch werden, wie sie in der dritten Bauzeit aufgeführt wurden. An der Westwand der Seitenschiffe sind noch die Auskragungen für den Gewölbeanfang, wie er in dieser Zeit beabsichtigt wurde, vorhanden unter den Scheidebogen sowohl als in den Ecken. Sie sind wie die des Nonnenchores ausgebildet, und die oberste Schicht gab ein Auflager ab für Scheidebogen, Schildbogen und Grate in den Seitenschiffen und wahrscheinlich auch für die entsprechenden Bogen des Mittelschiffes, wenn man annehmen darf, daß der zweite Meister keinen basilikalen Bau beabsichtigt hat. Auf der Nordseite ist innen an der Westwand des Seitenschiffes noch die Linie des Schildbogens aus dieser Zeit zu sehen (Text-Abb. 11), und gleich unter diesem Schildbogen liegt ein rundbogig geschlossenes Fenster von der Größe und Art etwa der des Nonnenchores, aber innen mit einfacher schräger Leibung. Das Fenster wird außen in der Westansicht sichtbar. Später, als in der vierten Bauzeit in diesem Joch die Emporen angelegt wurden, ist es zugemauert worden, während das auf der Südseite an derselben Stelle auftretende in eben jener Zeit bedeutend erhöht wurde. Auch dieses zeigt aber noch außen die wagerechte Sohlbank der früheren Zeit.


Abb. 10.

3. Wenn wir heute die Absicht des zweiten Meisters in bezug auf das Kirchenschiff noch herausfinden können, so liegt das eben daran, daß er als Widerlager für den Scheidebogen zwischen Nonnenchor und Kirchenschiff die westlichen Seitenschiffmauern hochführen mußte. Im übrigen hat er den Bau des Kirchenschiffes nicht viel weiter gebracht. Inwieweit er an dem früheren östlichen Abschluß beteiligt gewesen ist, ist heute nicht mehr zu entscheiden. Wir sehen in dem nun folgenden Abschnitt den Bau im Osten in Angriff genommen und von da aus nach Westen allmählich vorschreiten. Dabei finden wir die Leitung in anderen Händen und zwar in keinen geschickteren. Der Meister dieser Bauzeit ist ein Mann, der, wie man sagt, von etwas Neuem es hat läuten hören, ohne doch recht dahinter gekommen zu sein. Nicht wie seinem Vorgänger und Nachfolger steht ihm eine einheitliche klare und fertige Formensprache zur Verfügung, um seine baulichen Gedanken zu verwirklichen. Er ist ein Dilettant, der es einmal so und dann wieder anders versucht, auf dessen Geist anderwärts gewonnene Eindrücke nicht sowohl befruchtend, als zerstörend wirken. Er fängt mit romanischen Formen an und hört mit gotischen auf, aber weder die einen noch die anderen sind eigentlich gut. Er ändert aber — gewiß ein Entschluß von großer Bedeutung — den Plan, indem er die Zwischenpfeiler fortnimmt und die Hauptpfeiler um mehr als die Hälfte erhöht. Er geht ab von dem gebundenen System und hat die Absicht gehabt, die Seitenschiffe mit halben achtteiligen Gewölben zu überdecken, wie sie ähnlich die Seitenschiffe der Petri- und der Thomaskirche in Soest über den Emporen zeigen, und er macht so einen bedeutenden Schritt in der allmählichen Entwicklung unserer Kirche von jener Form der reduzierten Basilika zur Hallenkirche.

Zunächst werden die Turmkapellen in Angriff genommen. Sie erhalten auf den Außenseiten je ein breites und hohes Fenster. Die beiden östlichen sind noch rundbogig geschlossen, haben außen, wie noch alle Fenster dieser Bauzeit, wagerechte Sohlbänke und einfach abgetreppte schräge Gewände, innen abgeschrägte Sohlbänke und ebenfalls schräge Gewände, in deren abgetreppte Ecken aber Säulen gesetzt worden sind, aus je zwei Schaftstücken bestehend, mit Basis mit Eckblatt, Schaftring und Kapitell mit Abakus. Hier knüpft also der dritte Meister an die Formen des zweiten an, der vielleicht die Fenster des — wie wir vermuteten — gerade und in der Linie der Ostmauern der Türme geschlossenen Chores schon ausgeführt hatte. Bei dem östlichen Turmfenster auf der Nordseite ist der Schaftring in eigentümlicher kelchartiger Form ausgebildet. Die beiden anderen Fenster der Turmkapellen sind einfacher, oben spitzbogig geschlossen, haben außen eine wagerechte, innen eine abgeschrägte Sohlbank und beiderseits abgetreppte schräge Gewände. Die von dem dritten Meister erhöhten Pfeiler, und zwar die Turmpfeiler wie die mittleren Schiffspfeiler zeigen eine Kapitellbildung der Art, daß jeder Dienst für sich ein Kapitell erhalten hat, die stärkeren unter den Gurt- und Scheidebogen ein etwas höheres, dessen Astragal also etwas tiefer liegt. Die Form ist die eines einfachen Knollenkapitells von nicht gerade vollendeter Ausbildung. Darüber liegt ein von Platte, Plättchen und Hohlkehle gebildeter Abakus. An den Turmvorlagen tritt an Stelle der Knollen einfaches Blattwerk. Die spitzbogigen Scheidebogen, welche die Turmkapellen von Mittel- und Seitenschiff trennen, zeigen das Profil, das im Pfeiler schon für sie vorbereitet ist, den starken Wulst mit daraufliegender Platte. Zwischen ihnen und den beiden ebenfalls spitzbogigen einfachen Schildbogen sind Gewölbe ohne Rippen und in derselben Art wie über dem Nonnenchor zur Ausführung gekommen. Man darf wohl annehmen, daß mit diesen Turmkapellen auch der frühere Chor eingewölbt worden ist. Jedenfalls muß, da von der Anlage von Ankern nichts zu sehen ist, die Herstellung des Gurtbogens im Mittelschiff zwischen den Turmpfeilern, um diese gegen den Schub der Turmgewölbe zu verspannen, notwendig zur selben Zeit erfolgt sein; und dieser Gurtbogen erhielt wohl dasselbe Profil wie die Scheidebogen der Turmkapellen. Da die beiden Turmpfeiler nicht mehr vollständig erhalten sind, ist darüber eine sichere Angabe nicht zu machen.

Abb. 11. Blick in das westliche Joch des nördlichen Seitenschiffs und in den Nonnenchor.

Dann begann der dritte Meister das Kirchenschiff nach dem von ihm neu aufgestellten Entwurf. Wie er schon in den Turmkapellen von der rundbogig geschlossenen Fensterform zur spitzbogigen übergegangen war, so bringt er in dem allein noch von ihm begonnenen ersten östlichen Joche des Kirchenschiffes eine vollends gotische Fensteranlage zur Ausführung. Wie wir schon gesagt haben, hatte er die Absicht, die Seitenschiffe mit halben achtteiligen Gewölben zu bedecken. Er entfernt also zwar die inneren Zwischenpfeiler, ordnet aber außen zunächst für das östliche Joch Zwischenstrebepfeiler an, die kein Sockelgesims erhalten haben, unten vor die schon etwa 2 m hoch vom zweiten Meister aufgeführten Mauern vorgesetzt und mit diesen höher zusammen aufgemauert wurden. Außen blieb also das Aussehen der reduzierten Basilika erhalten, indem hier einem Mittelschiffjoch immer noch zwei Seitenschiffjoche zu entsprechen schienen. In jedem derselben wird in außen doppelt und innen einfach abgetreppter Nische ein zweiteiliges

Fenster über einem starken Mittelpfosten angelegt, wobei die Gewände und die Mittelpfosten außen und innen ein Profil mit einem Rundstab erhalten, der mit Basis und Kapitell als Säulchen ausgebildet wird, und der sich auch in den Spitzbogen der Fenster fortsetzt. Über diesen erscheint das spitzbogige Feld der Nische je von einer Maßwerkbildung durchbrochen, die wieder in einfach abgetreppter kreisrunder Öffnung liegt: auf der nördlichen Seite von einem Fünf- und einem Sechspaß, auf der südlichen von einem Dreipaß mit drei ganz kleinen Kreisen und einer Figur, die aus drei Dreiblättern zusammengesetzt ist. Zwischen den Fenstern ist innen, dem Zwischenstrebepfeiler entsprechend, auf einer ausgekragten Vorlage für die Schildbogen ein auf ihr ausgekragter Dienst vorhanden, der Kapitell und Abakus in derselben Höhe zeigt, wie die Säulchen der Fensterpfosten und Gewände und der unbenutzt liegen geblieben ist. Die Wand aber ist später über den Schildbogen bündig mit diesen erhöht worden und ist also oben um etwa 10 cm nach innen stärker als unten. Dem Hauptstrebepfeiler zwischen den beiden ersten Jochen entsprechend ist ein Dienstbündel aus drei Säulchen ausgekragt worden, das man im Querschnitt (Abb. 1 Bl. 39) sieht, das mit Kapitell und Abakus in der gleichen Höhe wie die Turmvorlagen abschließt, und das den Gurtbogen, die Schildbogen und die Grate des Seitenschiffgewölbes aufnehmen sollte, denn, wie in Soest, werden es wohl Gratgewölbe gewesen sein, die der dritte Meister auszuführen beabsichtigte. Daß der Dienst zwischen den Fenstern etwa um 1,10 m höher hinaufgeht als die seitlichen Dienste und Vorlagen und als die noch etwas tiefer abschließenden Pfeiler, ist ganz berechtigt, da der Grat, den er tragen sollte, der von hier nach der Spitze des Scheidebogens zwischen den Schiffen geführt werden sollte, im Grundriß ja um vieles kürzer ist als die Diagonalgrate.

Die Kapitelle dieser Architektur sind etwas reicher ausgebildet, der Abakus im allgemeinen der gleiche wie der der Pfeilerkapitelle, die Basen sehr verschieden. Die Fenster zeigen außen die wagerechte, innen eine abgeschrägte Sohlbank, die aber hier schon aus Haustein gebildet ist und unten mit einem Gesims abschließt. Die Fenstereisen für die außen liegende Verglasung sind auch hier noch nachzuweisen, die Maßwerkbildungen zeigen einen äußeren Falz.

Wie schon gesagt, ist die Außenwand später erhöht worden. Der vierte Meister hat hier auf jeder Seite zwischen und über den Fenstern eine prächtige Rose eingesetzt. Zunächst sollte das Hauptgesims wohl nicht viel höher liegen als der Scheitel der Fensternischen. Der dritte Meister hat aber wohl schon ein Dach beabsichtigt, ähnlich wie es der vierte später ausgeführt hat, und wie es unsere Abbildungen zeigen.

Das, was er an der Kirche geleistet hat, verrät überall seine schwankende Unsicherheit, zumal aber die Architektur des ersten Schiffjoches der Nord- und Südseite ist nichts weniger als einwandfrei. Die Ausbildung der Strebepfeiler, der mangelhafte Fugenschnitt der Fenstersohlbänke und des Fenstermaßwerkes, den die Abbildungen wiedergeben, der Zusammenlauf der Rundstäbe in den Spitzbogen auf den Mittelpfosten, dessen Lösung einmal Veranlassung wurde, den Pfosten mit zwei statt mit einem Säulchen auszubilden, die viel zu groß angelegten Fenster in den Turmkapellen, das alles gibt uns von dem Können dieses dritten Meisters keinen allzu großen Begriff. Und, wenn wir nicht irren, hat der vierte Meister, der bald nach diesem die Leitung des Kirchenbaues übernahm, ihn auch nicht besonders hoch eingeschätzt. Er fängt nämlich, wie das die Kirche noch zeigt, anstatt vom Osten aus den Bau fortzusetzen, wieder im Westen an, da, wo der zweite Meister den Bau hatte liegen lassen müssen, und hat sicher zunächst die Absicht gehabt, wenn er die beiden westlichen Joche vollendet haben würde, das Werk des dritten Meisters niederzureißen und die Kirche durchaus nach seinem Plan zu vollenden.

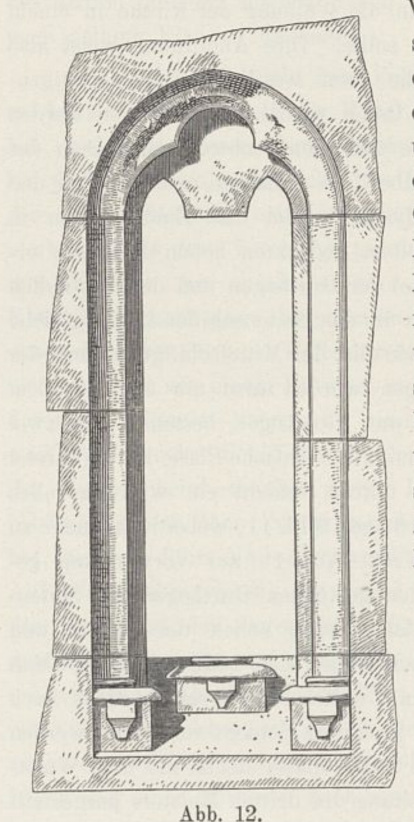
4. Er ist später nicht dazu gekommen. Vermutlich war es wieder die Knappheit der Mittel, die ihn daran gehindert hat, und wir müssen dem Schicksal danken, daß uns das für die Entwicklungsgeschichte der Kirche so wertvolle Werk des dritten Meisters erhalten geblieben ist. Ob aber der vierte Meister dazu berechtigt gewesen wäre? Gewiß. Wir werden sehen, um wieviel er über seinem Vorgänger steht. Hatte der schon einen bedeutsamen Schritt zur Ausbildung unserer Kirche als einer Hallenkirche getan, so tritt nun der vierte Meister mit einem Entwurf auf, der diese Kirchenform durchaus vollendet zeigt. Er nimmt den Bau der beiden westlichen der drei Schiffjoche zugleich in Angriff und fördert ihn, wie es scheint, ziemlich rasch. Die zwei mittleren Pfeiler behält er in der Höhe, bis zu der sie sein Vorgänger gebracht hat, bei und führt die beiden westlichen zur selben Höhe auf. Auf die Auskragungen, die schon der zweite Meister an der Westwand der Seitenschiffe für die Gewölbebogen angeordnet hatte, setzt er die für die hier aufzunehmenden Bogen notwendigen Teile der Pfeiler (Text-Abb. 11): In die Ecken einen kleineren Dienst, wie ihn die Pfeiler auf den Ecken zeigen, zwischen zwei Vorlagen für die Schildbogen, unter die Scheidebogen aber einen stärkeren, noch besonders ausgekragten Dienst auf einer Vorlage für eben den Scheidebogen und daneben je einen kleineren Dienst mit Vorlage für Rippen und Schildbogen. Den westlichen Pfeilern entsprechend wird auf der Nordseite ein starker Dienst mit Vorlage ausgekragt, auf der Südseite auf einer von drei Köpfen gebildeten Konsole ein Dienstbündel von drei Säulen, dessen Steine mit Ausnahme des Abakus schon unter dem dritten Meister hergestellt, wenn auch sicher noch nicht versetzt waren. Die Kapitellbildung der Pfeiler und der ausgekragten Pfeilervorlagen unterscheidet sich vorteilhaft von der des dritten Meisters: der Astragal zieht sich um alle Glieder derselben herum, die Knollenkapitelle der starken Dienste sind formvollendeter gebildet, die schwächeren Eckdienste haben reichere Blattkapitelle von kräftigem gutem Aussehen mit über Eck gestellten viereckigem Kelchrand (vgl. die Kapitelle an der Nordtür Bl. 42) erhalten, und der Abakus zeigt ein lebendigeres Profil, das dieser vierte Meister überall anwendet. Wie über jenen Kapitellen, so findet es sich über denen der Türgewände, über denen der Säulen an Fenstergewänden und Fensterpfosten und an der Stelle, wo die gestelzten Gurt- und Schildbogen der Seitenschiffe zum Bogen ansetzen. Es bestand wohl die Absicht, ehe der Bau im östlichen Teile weitergeführt werden sollte, über den zwei westlichen Jochen auch die Gewölbe herzustellen, was allerdings später nicht so zur Ausführung gekommen ist. Denn über dem Mittelpfeiler der nördlichen Reihe befand sich nach Westen zu unter dem Scheidebogen ein leider bei der jüngst

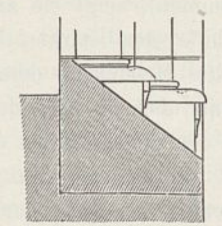
vorgenommenen Ausbesserung verschwundener Stein in der vollen Breite der unteren Schicht des Scheidebogens, der ein Loch für einen Ankerbalken enthielt, über dem das Profil dieser unteren Schicht mit kleinen Basen erst ansetzte (Text-Abb. 11). Auf der Südseite war die gleiche Anordnung nicht nachzuweisen. Es ist ja sehr wohl möglich, daß man den Gedanken an die abschließende Herstellung der zwei westlichen Joche bald wieder fallen gelassen hat, zunächst aber auch auf dieser Seite einen Balkenanker legen wollte. Nun hatten solche Anker keinen Sinn, wenn die Wölbung der Kirche in einem Zuge ausgeführt werden sollte. Ihre Anordnung weist also auf die Absicht hin, die zwei westlichen Joche fertigzustellen, ehe der Bau im Osten wieder aufgenommen werden sollte. Die Kreuzgewölbe über den rechteckigen Jochen der Seitenschiffe sollten dieselbe Höhe erhalten, wie die über den quadratischen Mittelschiffjochen. Um den Eindruck der in gleicher Höhe von Gewölben bedeckten hohen Halle zu erhalten, mußten die Scheitel der Gurtbogen und der westlichen und östlichen Schildbogen in den Seitenschiffen in die gleiche Höhe gerückt werden, wie die der Mittelschiffgurte und der Scheidebogen. Jene Bogen wurden also um etwa 2,50 m gestelzt. Alle Scheide- und Gurtbogen bestehen aus zwei Schichten, deren obere eine breite einfache Platte ist. Während aber im Mittelschiff die untere Schicht ein wirkungsvolles Profil erhalten hat (Abb. 18 und 19 Bl. 41, wobei nicht mehr zu unterscheiden, wo das Profil Abb. 19 zur Verwendung gekommen), zeigt sie an den gestelzten Gurtbogen der Seitenschiffe den starken Wulst, dessen schon der zweite und dritte Meister an derselben Stelle sich bedient hatten. Man kann über die Gründe im Zweifel sein, weshalb nicht auch in den Seitenschiffen die profilierte Schicht verwendet worden ist. Entweder waren die Steine dieser Bogen mit dem Wulstprofil schon unter der Leitung des dritten Meisters hergestellt und wurden jetzt höher versetzt, wie wir ähnliches ja auch für die Auskragung der westlichen Vorlage im südlichen Seitenschiff annehmen mußten, oder aber der vierte Meister hat sich gescheut, das Profil, das er im Mittelschiff anordnete, für den hochgestelzten Bogen zu verwenden; er hat vielmehr den starken Dienst über dem Kapitell weiter in die Höhe geführt und ihn da, wo der Bogen ansetzt, durch ein Kämpfergesims abgeschlossen, die untere Schicht des Gurtbogens aber, wie den Dienst, nach einem Wulstprofil gebildet. Noch eine andere Eigentümlichkeit zeigen diese Gurtbogen. Die Abakusplatte unter dem Gewölbeanfang an der Wand ragt nicht so weit vor, daß die Schildbogen, die Rippen und der gestelzte Gurtbogen mit seinen zwei Schichten darauf aufsetzen könnten. Offenbar deshalb ist die Vorlage nicht weiter ausgekragt worden, um die ohnedies geringe Spannweite der Gurtbogen im Seitenschiff nicht noch kleiner zu machen. So verschneiden sich also die Rippen hier mit der gestelzten unteren Schicht des Gurtbogens und die obere wird über dem Anfang des Bogens auf kleinen Konsolen aus den Kappen ausgekragt (Text-Abb. 11). Der vierte Meister war an den für eine ganz andere Ausführung festgelegten Grundriß und an die schmalen Seitenschiffe gebunden. Zieht man das in Betracht, so wird man nicht umhin können, die gut durchdachte Anordnung des Gewölbeanfanges anzuerkennen. Die Schildbogen sind überall als einfache Platte gebildet, die Rippen haben ein schönes Birnstabprofil (Abb. 20 Bl. 41) erhalten. Die Kappen wurden in Bruchsteinmauerwerk ohne Busung mit geradem Scheitel, also auf einer Schalung ausgeführt, die Schichten liegen senkrecht zu den Gurtbogen. Von den Schlußsteinen der ganzen Wölbung sind drei vollständig erhalten geblieben, von drei anderen die verzierte Scheibe (Abb. 5 bis 16 Bl. 41). Nach den Rippenansätzen gehört einer (Abb. 5) sicher den Mittelschiffgewölben, zwei andere (Abb. 7 und 13) denen der Seitenschiffe an. Zwei weitere (Abb. 9 und 11) werden ebenfalls aus dem Mittelschiff, ein kleinerer (Abb. 15) aus einem der Seitenschiffe stammen. Die Scheiben liegen teils unmittelbar teils tiefer unter den Rippen. Sie zeigen bei vieren ein derbes, in der Höhe vermutlich gut wirkendes Blattornament noch romanischen Charakters, wie es der vierte Meister liebt. Zwischen die Rippenansätze legt sich bei den vermutlich dem Mittelschiff angehörigen Schlußsteinen die Spitze eines Blattes. Ein fünfter Schlußstein trägt die fünfblättrige Rose, das Wappen der um das Kloster hochverdienten Familie der lippischen Edelherren, ein sechster eine achtblättrige Rose.

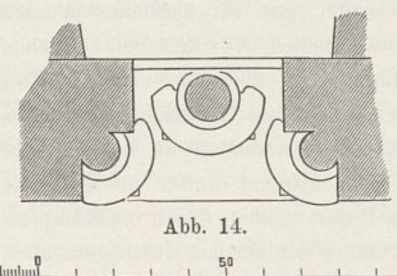
Als der vierte Meister die Leitung der Bauarbeiten an der Kirche in die Hand nahm, muß der Ostbau des Klosters, von dem wir schon oben gesprochen haben, bereits fertig gewesen sein. Der dort auf ein kleines Stück noch erhaltene Kreuzgang, der allerdings eine spätere Wölbung aufweist, zeigt auf der ehemals nach dem Hof zu gelegenen Seite noch ein Kämpfergesims mit Konsole darunter, das der Zeit der Erbauung des Ostflügels angehört, und das der vierte Meister nicht mehr verwendet hat. Es ist dagegen das gleiche Profil, dem wir als Abakus am Werk des dritten Meisters überall begegnet sind. Wenn wir nun natürlich daraufhin noch nicht auf dessen Tätigkeit am Ostbau schließen dürfen, so scheint doch soviel daraus hervorzugehen, daß zu Beginn des vierten Bauabschnittes dieser Flügel schon fertiggestellt war. Denn man hat wohl kaum den Kreuzgang vor dem angrenzenden Klosterbau in Angriff genommen. Das geht aber auch aus der eigentümlichen Anlage hervor, die der vierte Meister in dem westlichen Joch des nördlichen Seitenschiffes schuf und daraus, daß die nordwestliche Ecke der Kirche auch jetzt ohne Strebepfeiler gelassen wurde. In diesem Joche wurden nämlich zwei Emporen übereinander in beträchtlicher Höhe eingebaut (Text-Abb. 11). Der Fußboden der unteren liegt etwa 6 m, der der oberen etwa 8,60 m über dem Kirchenfußboden. Für die Balken wurden zwei Unterzüge angeordnet. Der untere fand auf Kragsteinen am starken Dienst des westlichen Pfeilers und an dem über der Auskragung des zweiten Meisters an der Westseite ausgekragten Dienst ein Auflager. Der obere wurde in die Anfänger des Scheidebogens gelegt, dessen untere Schicht deshalb an diesen Stellen einfacher gestaltet wurde, und erst über dem Unterzug ihr vollständiges Profil annahm. Auf die beiden Unterzüge und auf zwei ihnen entsprechende Mauerlatten in der Wand, deren obere zugleich den Sturz der Fensternischen der unteren Empore bildet, lagen je fünf Balken auf. Ein sechster für jede Empore wurde zwischen dem Pfeiler und dem an der Nordwand ausgekragten starken Dienst auf Kragsteinen aufgelagert, bezw. zwischen die gestelzten Gurtbogenschenkel eingelegt. Unmittelbar an der Westwand lag dann noch je ein schwächerer Balken. Die unteren Balken gehen nun durch die ganze Mauer hindurch,

und ihre Köpfe sind heute noch außen sichtbar. Sie sind hier abgeschnitten worden, denn sie ragten ehemals weiter vor und trugen einen Laufgang, auf den eine Tür von der unteren Empore führte, deren Gewände innen zu sehen ist (vgl. Abb. 2 Bl. 40). Außen habe ich unter dem dichten Efeu, der die Mauer hier bis obenhin bedeckt, die Nische nicht finden können. Sie ist in späterer Zeit vermauert worden, wie es die sechs kleinen Fenster auch waren, die ich erst vor etwa zehn Jahren frei habe machen lassen, und die bis dahin ganz unsichtbar waren. Dieser Laufgang mußte doch wohl auf der Ecke an ein Gebäude anschließen, aus dem man auf die Emporen gelangen wollte und das also vor der Anlage der Emporen schon vorhanden war. Wer aber waren die Bewohner dieses Gebäudes, die dem Gottesdienst auf den Emporen beiwohnen wollten, von wo aus man den Nonnenchor und die Kirche bis zum Ostchor übersehen konnte? Eine Nachricht ist uns darüber nicht erhalten, auch ist die ehemalige Benutzung uns nicht etwa durch die Benutzung zur Zeit vor dem Verfall der Kirche überliefert; denn lange vorher schon muß der Ostflügel des Klosters zerstört worden sein, und seitdem hatte die Empore unter Vermauerung der Fenster und Türen einen anderen Zweck erhalten. Es liegt aber doch der Gedanke nahe, daß, während der Konvent sich zum Gottesdienst auf dem Nonnenchor versammelte, auf der Empore die Priorin und, wenn sie zugegen waren, Mitglieder der Familie des vermutlichen Stifters des Klosters, Nachkommen jenes Bernhards II., des Gründers der Stadt Lippe, Platz nahmen. Von der Zeit an, da Karls des Großen Thron auf der Empore des Aachener Münsters aufgestellt wurde, sind uns ja der Beispiele genug bekannt, in denen der Stifter einer Kirche oder der Herr einer Burg- und Schloßkapelle seinen Platz auf einer Empore einnahm. Und, wenn wir aus so früher Zeit vielleicht für einen gesonderten Sitz der Priorin oder Äbtissin oder des Abtes keinen anderen Beleg haben, so ist dergleichen später doch durchaus gebräuchlich. So wohnte die Äbtissin des Augustinernonnenklosters Freckenhorst[8]) dem Gottesdienst in einer Loge bei, die sich im Obergeschoß des südlichen Chorturmes befand, während der Konvent sich auf einer Empore im Kreuzschiff versammelte.

Die untere Empore hat außer der Tür drei nebeneinander liegende Fenster erhalten, deren mittleres, im lichten etwa 60 cm breit, einfach spitzbogig geschlossen ist, ohne daß Gewände und Bogen profiliert worden wären, während die beiden seitlichen, im lichten nur etwa 40 cm breit, reicher ausgebildet worden sind (Text-Abb. 12 bis 14). In den Gewänden stehen bei ihnen Rundstäbe, die sich oben zu Kleeblattbogen zusammenschließen und die zwar eine Basis, wie sie dieser vierte Meister auch sonst bildet, aber kein Kapitell erhalten haben. Die Sohlbank ist nach außen abgeschrägt, so daß diese Basen aus dem Werkstück ausgehauen werden konnten, wie auch die Basis für ein mittleres Säulchen. Das ist aber überall nicht mehr vorhanden und wohl beim Vermauern der Fenster herausgeschlagen worden. Für die obere Empore, auf die man jedenfalls über eine Treppe von der unteren gelangte, sind drei Fenster angeordnet, zwei untere ähnlich ausgebildet wie die seitlichen der unteren Empore und eines darüber, mit Kleeblattbogen geschlossen und mit abgeschrägter Sohlbank, übrigens aber wie das mittlere der unteren Reihe ohne Teilungssäulchen. Innen liegen die unteren fünf Fenster in gerade gedeckten Nischen, während die des obersten von dem Schildbogen geschlossen wird. Dementsprechend finden wir an den fünf unteren je zwei Kloben für Holzläden, während das oberste keine zeigt. Weshalb nun die Verschiedenheit der Fenster d. h. die Verschiedenheit in der Ausbildung der drei für die untere und wieder der drei für die obere Empore? Der Gedanke an einen willkürlichen Wechsel der Formen, der uns vor früheren mittelalterlichen Bauwerken überhaupt nicht so bald kommen sollte, ist bei dem Werk dieses vierten Meisters, den wir schon als einen trefflichen Künstler kennen gelernt haben, ganz ausgeschlossen. Die beiden Fenstergruppen sind symmetrisch gebildet. Einmal zwischen zwei, das andere Mal über zwei gleichen Fenstern liegt ein anderes. Wir werden weiter unten davon noch zu sprechen haben, wie die frühere mittelalterliche Baukunst für den Profanbau zwei ganz verschiedene Fenster ausgebildet hat, ein Lichtfenster und ein Luftfenster. Um diese zwei Arten wird es sich auch bei den Emporenfenstern handeln, wenngleich die Lichtfenster hier nicht, wie das damals schon gebräuchlich, im Stein fest verglast waren. Die vier von einem Säulchen durchgeteilten Fenster erhielten einfache undurchbrochene Holzläden, die beiden anderen Holzläden mit ausgeschnittener Lichtöffnung, und zwar wurde dieser Holzladen bei dem obersten Fenster, das ja weit über Reichhöhe liegt und das auch keine Kloben zeigt, fest vor das Gewände gesetzt. Daß auch die beiden Licht spendenden Fenster Holzläden erhielten, kann in so früher Zeit nicht überraschen. Man wird sich vergegenwärtigen müssen, daß es zur Zeit ihrer Entstehung noch nicht allzu lange her war, seit die feste Verglasung auf eisernen, im Gewände befestigten


Abb. 12.


Abb. 13.


Abb. 14.

8) Vgl. Kunst- und Geschichtsdenkmäler der Provinz Westfalen Stück II S. 108. Leider ist diese Kirche so instandgesetzt worden, daß sie heute von der alten Einrichtung einer Frauenstiftskirche wenig mehr erkennen läßt.

Stangen ausgebildet worden war, und daß man sich damals der vor dieser Erfindung im Norden wohl überall gebräuchlichen, im Mauerwerk befestigten Holzgitterfenster mit oder ohne Glasverschluß noch sehr wohl erinnern mußte. Das Kreuzgewölbe über dem von den Emporen eingenommenen Seitenschiffjoch ist ohne Rippen zur Ausführung gekommen. Die Grate sind in den Anfängern in Haustein angelegt. Die Veranlassung zu dieser vereinfachten Herstellung wird einmal die gewesen sein, daß man über die Brüstung der oberen Empore herüber nicht mehr viel von dem Gewölbe zu sehen bekam; dann aber wären Rippen für die Anlage des oberen Gebälks und Fußbodens ja geradezu hinderlich gewesen.

Wir haben oben von dem Fenster gesprochen, das der zweite Meister in der westlichen Wand des nördlichen Seitenschiffes angelegt hatte. Als hier die Emporen eingebaut wurden, wurde dieses Fenster vermauert, das entsprechende des südlichen Seitenschiffes aber um das anderthalbfache etwa erhöht und oben spitzbogig geschlossen. War diese westliche Wand der Seitenschiffe als Widerlager für den Scheidebogen des Nonnenchores vom zweiten Meister schon zu bedeutender Höhe gebracht worden, so fand der vierte Meister die Nord- und Südmauer der beiden westlichen Joche, den Strebepfeiler zwischen denselben auf der Nordseite, wie den entsprechenden auf der Südseite und den Eckstrebepfeiler daselbst, vom zweiten Meister wohl nur eben angefangen. Und seitdem war hier nichts weiter gefördert worden. Der vierte Meister hat das Vorhandene ohne weiteres benutzt, obgleich ihm die Strebepfeiler für seine Absichten schwach genug erschienen sein mögen. Im mittleren Joch der Nordseite und dem westlichen der Südseite legte er aber von Grund auf je eine Tür an, jene vom Stiftsbezirk aus zugänglich, diese von der Stadt aus, den Pfarrkindern als Eingang dienend. Ist die südliche nur in sehr zerstörtem Zustande uns erhalten, so hat die nördliche weniger und nur durch die mächtigen Efeustämme, die sich in den Fugen ihrer Steine und den Tiefen ihrer Profilierung und Dekoration festgesaugt haben, gelitten. Wir geben von ihr, wie von der Sohlbank des darüber liegenden Fensters eine größere Darstellung auf Bl. 42, um den Lesern einen Begriff von der wundervollen Kunst dieses vierten Meisters zu verschaffen. In den doppelt abgetreppten Gewänden stehen je zwei Säulen, über deren von einem Abakus des bekannten Profils bedeckten Kapitellen die Säulenschafte in Rundstäben eine Fortsetzung finden. Von diesen schließen sich die äußeren zu einem Spitzbogen zusammen, während die inneren einen ebensolchen bilden, aus dem sich ein Kleeblattbogen herauswindet. Die beiden Bogen werden begleitet von je einem mit reichen Krabben besetzten Kehlenprofil. Und diese Krabben wie die Kapitelle zeigen eine eigenartige Ausbildung, ein romanisches Ornament auf gotische Bildungen angewandt, und wie die in einem größeren Maßstabe dargestellten Abbildungen der Krabben dartun, ein Ornament von außergewöhnlich feiner Durchbildung. Der Kelchrand der Kapitelle ist viereckig, und die Spitzen dieses viereckigen Kelchrandes sind etwas in die Höhe gebogen. Die Basis steckt jetzt ziemlich tief in der Erde und ist arg zerstört. Sie ist insofern eigentümlich gebildet, als die profilierte Platte unter der attischen Basis einer besonderen Linie zu folgen scheint. Trotz der bedeutenden Breite von 1,75 m hat die Tür, wie die noch erhaltenen Kloben dartun, und wie das ebenso bei der südlichen der Fall ist, nur einen Flügel gehabt. Diese südliche Tür (Bl. 38) ist in den Einzelformen einfacher, im ganzen Aufbau etwas reicher als die nördliche gebildet. Sie zeigt in den Gewänden drei Säulen; sie liegt aber nicht wie die nördliche ganz in der Mauerdicke, sondern, wie man das bei romanischen Bauten häufig findet, in einem etwas aus der Mauer herausstehenden Vorbau, dessen äußere Kanten freilich nur oberhalb des Kämpfers erscheinen, während unten die äußeren Säulen auf einer Vorlage vor der Mauerflucht vorstehen. Der Vorbau wird oben von der über ihm etwas weiter herabreichenden Sohlbank des darüber liegenden Fensters abgeschlossen, in der dann freilich die Spitze des Bogens eine kleine Aufwölbung verursacht. Das innere Kehlenprofil ist hier einfacher als bei der anderen Tür mit weckenartigen Bildungen besetzt. Die Kapitelle sind denen der Nordtür ähnlich gebildet und haben teils einen viereckigen, teils einen runden Kelchrand.

Die südliche Tür ist gegen das darüberliegende Fenster etwas nach rechts gerückt. Wir dürfen hier nicht annehmen, daß eine Nachlässigkeit des Architekten diese Unregelmäßigkeit verursacht habe. Sie wird vielmehr damit in Zusammenhang stehen, daß die Absicht zunächst dahin ging, den Nonnenchor noch in das Schiff der Kirche hinein zu erweitern, was später allerdings nicht ausgeführt worden ist. Vielleicht sollte zum Chor auch schon damals eine an die Westwand gelegte Treppe von dem südlichen Seitenschiffe aus hinaufführen.[9])

Über den beiden Türen und in der Südwand des mittleren Schiffsjoches hat der vierte Meister nun je ein Fenster angeordnet, ein zwei-, ein drei- und ein vierteiliges, alle drei im Aufbau verschieden in den Einzelheiten aber übereinstimmend gebildet. Die vorzüglich profilierten Gewände und Pfosten, die nach beiden Seiten abgeschrägte Sohlbank mit den Basen der Säulen sind auf Blatt 42 zur Darstellung gekommen. Die Breite der Felder zwischen den Pfosten beträgt bei den beiden Fenstern über den Türen etwa 80 cm, bei dem vierteiligen etwa 1 m, die der Pfosten etwa 30 cm. Die Kapitelle sind sehr gut gebildet und haben einen runden Abakus des für diesen Meister charakteristischen Profils be-

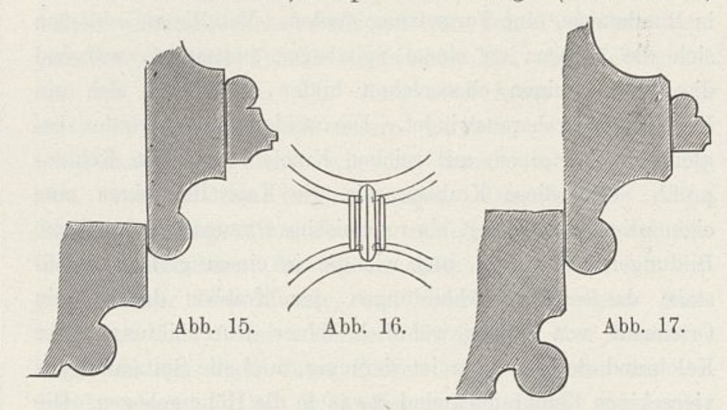
9) Daß der Chor der Nonnen mit dem Kirchenschiff durch eine Treppe verbunden war, scheint eine Urkunde vom Jahre 1455 darzutun, deren Schluß lautet: acta sunt hec lippie in choro ecclesiae claustralis juxta gradum. Ob sie von Anfang an geplant war, ist freilich zweifelhaft, denn dadurch wurde ja die angestrebte Trennung des Nonnenchores von der Kirche hinfällig. Als in der späteren Zeit des Mittelalters manche Frauenklöster sich zu freiweltlichen Stiften umbildeten, mag dagegen solche Verbindung mit der Kirche schon für den am Altar der Nonnen zelebrierenden Geistlichen oft wünschenswert erschienen sein. Eine Reihe früherer Nonnenklosterkirchen — z. B. die zu St. Thomas an der Kyll und zu Kappel —, deren Nonnenchor über einem gewölbten Untergeschoß liegt, und in denen diese Anlage sich gut erhalten hat, zeigen von solcher Verbindung keine Spur, während allerdings die in Langenhorst und Wiebrechtshausen und andere eine zugleich mit dem Kirchenbau angelegte Treppe aufweisen, die, in der Mauerdicke liegend, den Nonnenchor mit dem Kreuzschiff bezw. dem Kirchenschiff verbindet. — Von einer anderen Treppe zum Nonnenchor ist in einer Urkunde vom Jahre 1453 die Rede, die am Schluß folgende Worte enthält: acta sunt hec lippie in ambitu ecclesie claustralis prope gradum, quo ascenditur ad chorum puellarum. Auf diese Treppe, die also im Kreuzgang gelegen war und zwar vermutlich in dem an die Kirche anschließenden verbreiterten Teile desselben wird auch in der oben angezogenen Urkunde von 1455 Bezug genommen, in der den Nonnen auferlegt wird, in descensu chori versus domum capitularem, earundem transeundo gewisse Gebete zu singen. Sie war ja notwendig, um vom Kreuzgang zum Nonnenchor zu gelangen, während das Dormitorium im Westbau durch den zweigeschossigen südlichen Kreuzgangflügel mit ihm verbunden war.

kommen. Eigentümlich ist im Gegensatz zu sonstigen Fensterbildungen der Frühzeit des gotischen Stils, daß der Kämpfer des Maßwerks mit dem des einschließenden Bogens zusammenfällt, und daß das Maßwerk des großen Fensters ausschließlich nach Kreisen gebildet ist. Eigentümlich ist auch die Anwendung eines Bogens aus zwei sehr verschieden gekrümmten Kreislinien — eines sog. Tudorbogens — als Umschließung des Fensters über der südlichen Tür, bei dem dann der Kämpfer dieses umschließenden Bogens höher liegt als der des Maßwerks. Im Maßwerk des großen vierteiligen Fensters werden von den den inneren Gewände- und den Pfostensäulen entsprechenden Rundstäben drei Kreise gebildet ein großer und zwei kleinere. Diese sind nach der Außenseite des Kreises, wie der Pfosten, mit schmaler Platte und Schräge, nach innen aber mit breiterer Platte ohne Schräge abgeschlossen, und an diese innere Platte legt sich das für sich gebildete Füllmaßwerk der Kreise. Die Fenstereisen sind, wie das bei den romanischen Fenstern der Fall, nicht beim Versetzen der Steine mit vermauert, sondern später eingesetzt worden. Sie liegen nicht in der Höhe der Fugen, welche an Pfosten und Gewänden auch keinerlei Übereinstimmung zeigen.

Unter den Sohlbänken zieht sich innen und außen ein Gesims entlang, dessen obere schräge Fläche die Schräge der Sohlbank fortsetzt. Das äußere auf der Südseite beginnt schon am Eckstrebepfeiler, wo er aus der Westwand vorspringt, läuft mit einigen Kröpfungen unter dem Fenster und über der Tür des westlichen Joches her und wird rechts von der letzteren heruntergekröpft, um von da an wagerecht weitergeführt zu werden. Östlich von dem großen Fenster, d. h. also hinter dem zweiten Joche, hört es mit einer aus dem letzten Stein ausgehauenen Kehre auf. Auf der Nordseite, die dem Stiftsbezirk zugewendet war und die, wie das ja überall gebräuchlich war, einfacher als die Stadtseite ausgebildet werden sollte, liegt das Gesims etwa 1 m höher als dort. Es fängt — im westlichen Joche nicht nötig — erst rechts unter dem zweiteiligen Fenster über der Tür an, wird links von demselben heruntergekröpft und sollte dann auch wagerecht weiter laufen, hört aber vor dem zweiten Strebepfeiler auf. Die Anordnung dieser Gesimse und ihrer östlichen Endigung läßt keinen Zweifel darüber, daß der vierte Meister im Westen, an das Werk des zweiten anknüpfend, begonnen hat, und daß er die Absicht hatte, das Werk des dritten niederzulegen und die Kirche durchaus nach seinem Plane auszuführen. Wozu sonst die Kehre an der Endigung des Gesimses auf der Südseite und die Herabkröpfung des Gesimses auf der Nordseite. Es will uns aber scheinen, als ob er auch den Plan der Kirche im Osten ändern wollte. Das östliche Joch ist um rd. 70 cm breiter als die beiden westlichen, eine Eigentümlichkeit, die wie die sonstigen Unregelmäßigkeiten des Grundrisses wohl der Nachlässigkeit der ersten Anlage zuzuschreiben ist. Gleichwohl wollte der vierte Meister das mittlere Joch, wie die Kehre des Gesimses zeigt, noch schmaler machen, doch gewiß nicht, um das östliche desto breiter und den Unterschied desto fühlbarer werden zu lassen. Er wollte vielmehr, so wird man schließen müssen, noch zwei Joche des Schiffes nach Osten folgen lassen, wobei dann allerdings auch die östlichen Pfeiler abgerissen und neu errichtet werden mußten, und der östliche Teil einen ganz anderen Grundriß erhalten haben würde. Diese Annahme ermöglicht uns erst eine dem Künstler gerecht werdende Würdigung seines Werkes. Er hat nur zwei Joche von den vieren seines Planes zur Ausführung bringen können und mußte die Wände dieser Joche verschieden ausbilden. Neben dem Joch für die Emporen liegt auf der Nordseite das zweite, das die Tür zum Stiftsbezirk erhalten sollte, neben dem westlichen Joch mit der Tür für die Gemeinde auf der Südseite das einzige, dessen Wand nur ein Fenster zu erhalten brauchte, also das einzige normale. Die beiden östlichen Joche, die er noch anschließen wollte, aber waren wie dieses normale. Hier hätte er auf den wagerecht durchlaufenden Gesimsen im Norden wohl gleiche oder ähnliche zweiteilige, im Süden vierteilige Fenster angeordnet, die dem des zweiten Joches etwa gleich gebildet worden wären. Welch ein prachtvolles Kunstwerk hätte er uns hinterlassen! Aber es läg heute auch in Trümmern, und so ist es denn besser, daß er seine Absicht nicht hat ausführen können, daß das Werk des dritten Meisters uns erhalten geblieben ist.

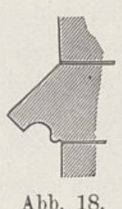
Ob, als die zwei westlichen Joche bis auf die Gewölbe vollendet waren, die Geldmittel des Klosters es nicht erlaubten, den Plan weiter zu verfolgen, ob vielleicht der vierte Meister überhaupt nur gehofft hatte, der Konvent werde sich seinerzeit damit einverstanden erklären, daß der Ostteil der Kirche von neuem aufgeführt werde, dieser aber dazu sich dann nicht bereit finden ließ, das ist nicht zu entscheiden. Es war aber ja natürlich, daß man nun, da die Umfassungsmauern ziemlich fertig da standen, endlich auch die Kirche vollendet sehen und sich nicht wieder auf neue Pläne einlassen wollte, die deren Vollendung in noch nicht absehbare Zeit hinausrückten. So mußte denn der vierte Meister sich dazu verstehen, von seinem Plane abzulassen und den Kirchenbau, wie er geworden war, zum Abschluß zu bringen. Und schwer genug mag ihm das geworden sein.

Über den beiden Schildbogen, die sein Vorgänger über den Fenstern des östlichen Joches auf der Nord- und Südseite schon angelegt hatte, erhöhte er die Außenwand und ordnete in den Zwickeln unter den großen für die Kreuzgewölbe der Seitenschiffe von ihm hergestellten Schildbogen je ein schönes außen und innen reich profiliertes Rundfenster an, das mit Maßwerk ausgesetzt wurde, auf der Südseite mit einem Achtpaß, auf der Nordseite mit sechs Kreisen, deren Rundstäbe, wo sie zusammenlaufen, von profilierten Ringen (Text-Abb. 16)


Abb. 15. Abb. 16. Abb. 17.

zusammengefaßt werden. Das innen und außen übrigens gleich ausgebildete Profil des nördlichen Rundfensters finden wir in Text-Abb. 15, das des südlichen in Text-Abb. 17 dargestellt. Unter dem ersteren sehen wir unmittelbar unter dem Profil

einen Quaderstein ausgekragt. Es möchte nicht leicht sein, herauszufinden, zu welchem Zweck das geschehen ist, wenn sich nicht auf der Westseite des südlichen Kreuzschiffes des Paderborner Domes ein ganz ähnliches Rundfenster befände, bei dem an gleicher Stelle ein Löwenkopf als Wasserspeier vorhanden ist. Die Anordnung einer Wasserableitung war an dieser Stelle in der Tat notwendig, wenn der Stein nicht dem Verderben ausgesetzt werden sollte. Denn in den Hohlkehlen des Profils mußte sich unten eine Menge Wasser sammeln. Daß der Stein ausnahmsweise unausgearbeitet versetzt wurde, mag vielleicht daraus zu erklären sein, daß ein Bildhauer zu dieser Zeit kaum noch Beschäftigung am Bau gefunden hätte, und daher ein solcher nicht mehr in Arbeit genommen war. Später ist aber der Stein nie mehr ausgehauen worden. Mit der Höherführung der Mauern des östlichen Joches wurden auch auf der Nord- und Südseite die beiden dasselbe begrenzenden Strebepfeiler, die der dritte Meister etwa bis zum Kämpfer des Fensters oder auch noch etwas höher gebracht haben mochte, bis zum Hauptgesims fortgeführt. Sie haben, wie auch die westlichen, etwa in zwei Drittel ihrer Höhe noch ein Profil erhalten, das Text-Abb. 18 darstellt, gehen aber übrigens in fast unverminderter Stärke vom Sockel bis zum Hauptgesims durch. Wie einige am alten Platze liegende Gesimssteine mit Wiederkehr, von denen auch heute noch einer erhalten ist, vor der jüngst vorgenommenen Ausbesserung das zeigten, war das Hauptgesims um die Strebepfeiler herumgeführt. Die gleiche Anordnung findet sich auch an anderen früheren Hallenkirchen, am Dom in Minden, an der Elisabethkirche in Marburg, ähnlich an der Klosterkirche in Haina usf. Sie hängt mit der Ausbildung des Daches aufs engste zusammen. Dies war nun in der letzten Zeit vor dem Verfall, wie es das Aquarell von 1836 noch zeigt, ein mächtiges über den drei Schiffen aufgebautes Satteldach. Es war aber nicht das erste. Als die Kirche es erhielt, mußte über der Westwand der Seitenschiffe und ebenso über der Ostwand ein hoher Giebel aufgerichtet werden. Damals wurde das schlanke westliche Fenster des südlichen Seitenschiffes vermauert — wie es denn das Aquarell noch so zeigt —, und über dem Scheidebogen zwischen Nonnenchor und Kirchenschiff ein hoher weit ins Dach reichender und oben noch unter dem Dach des Nonnenchores bleibender Bogen ausgeführt, der den mittleren Teil des hier aufgebauten Giebels tragen sollte. Die Strebepfeilerköpfe wurden damals abgeschrägt und mit Schiefer abgedeckt. Das Aquarell zeigt alles dieses und, da das Dach des Nonnenchores zu jener Zeit schon verfallen war, den Bogen nach dem Dach zu mit Brettern verschalt.


Abb. 18.

Wann diese Veränderung, die sich alle Lippstädter Kirchen haben gefallen lassen müssen, geschehen ist, davon ist uns nichts überliefert. Die Anordnung eines großen Satteldaches über den drei Schiffen der Hallenkirche scheint aber, wenn sie sich auch in Frankreich schon um 1200 am Dom von Poitiers findet, in Deutschland erst gegen 1300 gebräuchlich geworden zu sein[10]), als man für die Hallenkirchen einen einfacheren und von dem für die Basiliken üblichen ganz verschiedenen Grundriß ausgebildet hatte. Jedenfalls zeigen unsere frühesten Hallenkirchen, wenn sie ihr altes Dachwerk oder sichere Spuren seiner ehemaligen Ausbildung bewahrt haben, eine ganz andere Anordnung des Daches: ein Satteldach nämlich, das nur über der Breite des Mittelschiffes aufgerichtet ist, und an das sich kleinere Satteldächer über den einzelnen Seitenschiffjochen mit einer zum Mittelschifffirst senkrechten Firstrichtung anschneiden, deren vorderer Abschluß durch Walme oder — wie in Westfalen wohl fast stets — durch Giebel erfolgt. Daß ein solches Dachwerk auch der vierte Meister für unsere Kirche zur Ausführung gebracht hat, ist noch heute nachzuweisen.

Er hat nämlich den Westbau, den der zweite Meister abgeschlossen hatte, und der zu dessen Zeit, da er ja so bald wie möglich in Gebrauch genommen werden mußte, sicher schon ein Dach erhalten hatte, um ein bedeutendes Stück erhöht. Man kann an den dem Gurtbogen des Nonnenchores entgegenwirkenden Strebepfeilern an einem kleinen Absatz noch sehen, bis zu welcher Höhe sie in jener zweiten Bauzeit aufgeführt worden waren.[11]) Mit dem Mauerwerk wurden nun auch die vier Strebepfeiler höher geführt und oben durch eine Schräge abgeschlossen, deren vorstehendes Gesims dem an den Strebepfeilern des Schiffes verwandten gleich sieht. Über diesem Abschluß nehmen kurze Lisenen ihren Anfang, zwischen denen ein Spitzbogenfries angeordnet ist. Das darüberliegende Hauptgesims ist an den Langseiten das gleiche wie am Kirchenschiff (Text-Abb. 19), während es am Giebel des unteren Rundstabes entbehrt und also da schwächer wirken sollte. In der Südwand ist eine 65 cm breite spitzbogige Fensteröffnung angeordnet, deren Gewände und Bogen einen eingesetzten Rundstab zeigen, ebenso wie wir das an den reicheren Emporenfenstern fanden, hier freilich mit ganz einfacher Basis. Die Sohlbank ist wagerecht und von Bruchstein hergestellt. Der Giebel zeigte nach jenem Aquarell zwei Vierpässe. Das Hauptgesims liegt etwa 1 m höher als das des Schiffes, und die Anordnung des Bogenfrieses zwingt zu der Annahme, daß über den Westmauern der Seitenschiffe Traufen von Satteldachflächen lagen.


Abb. 19.

Was konnte nun den vierten Meister dazu bringen, den Westbau zu erhöhen und über ihm einen ganz nutzlosen Raum anzuordnen, der nur nach der Stadtseite zu eine Öffnung erhalten hat, und der nur vom Dach aus zugänglich war? Und weshalb machte er ihn dann gar noch 1 m höher als das Schiff? Man wird dafür vergeblich nach einem Grunde suchen, wenn man nicht annehmen will, daß er über dem Mittelschiff ein Satteldach aufrichten wollte, das sich über den Westbau noch hinziehen sollte. Er hat dann die Scheidebogen im Schiff bis zur Höhe des Hauptgesimses am Westbau aufgemauert, um durch die höher als das Hauptgesims des Schiffes hinaufragenden Gewölbe nicht an der Anordnung von Ankerbalken für die Mauerlatten des Mittelschiffdaches gehindert zu werden. Daß aber diese Anordnung des Daches besser wirken mußte, als wenn ein Giebel über dem Scheidebogen zwischen Schiff und Nonnenchor das Mittelschiffdach

10) Die frühesten Beispiele solcher Anordnung finden sich an den Kirchen der Bettelorden. So mag das Dach der Franziskanerkirche in Stralsund der Zeit um 1300 angehören. Ein anderes frühes Beispiel ist das Dach der Klosterkirche in Haina, das, wie der für diese Anordnung veränderte Westgiebel zeigt, aus dem 14. Jahrh. stammt.

11) Vgl. oben unter 2.

abgeschlossen hätte und tiefer sich gegen diese Giebelmauer wieder das Dach des Westbaues gelegt hätte, leuchtet ein. Bei der Ausbildung dieses Dachwerks der frühen Hallenkirchen kommt es ja vor allem darauf an, daß das Mittelschiffdach hoch genug ist, um hinter den einzelnen Seitenschiffdächern, die auch nicht zu schmal und zu klein sein dürfen, genügend sichtbar und für die Erscheinung wirksam zu bleiben. Die Bedeutung des Mittelschiffdaches in der äußeren Erscheinung der Kirche zu wahren, das scheint mir der Grund für die Erhöhung des Westbaues gewesen zu sein. Wie nun die Giebel der Seitenschiffdächer — denn wir setzen nach dem Beispiel vieler anderen westfälischen Bauten solche und keine Walme voraus — ausgebildet waren, dafür fehlt es uns an jedem Anhalt. Wir haben in den Zeichnungen sie in einer uns passend erscheinenden Ausbildung hinzugefügt. Die Strebepfeiler zwischen ihnen trugen wohl sicher unter einem von dem Hauptgesims gebildeten Wasserkasten Wasserspeier, wie sich eine ähnliche Anordnung bei anderen Hallenkirchen oft genug findet, und wie sie fast unumgänglich notwendig war. Denn wenn auch an den Traufen der Satteldachflächen das Wasser nicht gesammelt werden brauchte, und in der Tat vom Dach des Westbaues auch einfach abtropfte, so bildete sich auf den Schleppdächern zwischen den Giebeln ein Strom, der ordnungsmäßig abgeführt werden mußte.

Daß der Eckstrebepfeiler der Südseite auf dieser bis zum Hauptgesims hinaufreicht, während er auf der Westseite oben mit einer Schräge endigt, scheint uns anzudeuten, daß auch hier ein Wasserspeier lag, dem eine Dachrinne an der Traufe entsprach, in welche das sich in der Kehle sammelnde Wasser geleitet wurde. Auf der Nordseite kann ein Wasserspeier auf der Ecke nicht wohl gelegen haben des Gebäudeanschlusses wegen. Hier mag er also in der Mitte der Westseite des Seitenschiffes angeordnet gewesen sein.

Von den Gewölben der Kirche hatte der dritte Meister nur die der Turmkapellen und zwischen ihnen den ersten östlichen Gurtbogen zur Ausführung gebracht, außerdem vielleicht das des früheren Ostchores. Jetzt wurde das Schiff in seiner ganzen Ausdehnung eingewölbt. Wie das nach dem Plane des vierten Meisters geschehen sollte und ja zum größten Teil auch zur Ausführung gekommen ist, davon ist schon oben die Rede gewesen. Die Gewölbe des östlichen Joches zeigen indessen noch die Spuren des Kompromisses, zu dem er sich verstehen mußte. Die Scheidebogen sind da nicht mehr nach dem in den beiden westlichen Jochen verwandten Profil gebildet, sondern zeigen unter der Platte wieder den Wulst, wie ihn der östliche Gurtbogen hat. Die Steine derselben waren gewiß schon unter seinem Vorgänger gehauen worden, und da er seinen ganzen Plan doch nicht mehr zur Ausführung bringen konnte, hat er sie hier verwandt.

Damit stand die Kirche bis auf die beiden Türme fertig da, und wenn sie nun auch kein durchaus erfreuliches Bild im Äußeren darbot, so war doch die Wirkung im Inneren eine leidlich einheitliche, und wir müssen zugeben, daß der vierte Meister sein Möglichstes getan hat, um zu einem befriedigenden Ende zu kommen. Wenn wir uns aber nur an die beiden westlichen Joche halten und nach ihnen seinen Plan ergänzen, so finden wir in ihm einen der tüchtigsten westfälischen Meister seiner Zeit. Was er an dem Bau geschaffen hat, das ist technisch und künstlerisch durchaus vollendet. Dieselbe Zeit sieht in Westfalen manche größere und reichere Bauten entstehen. Einer so reifen und doch so frischen Kunst, wie es die dieses vierten Meisters ist, begegnet man dort zu Lande doch selten. (Schluß folgt.)

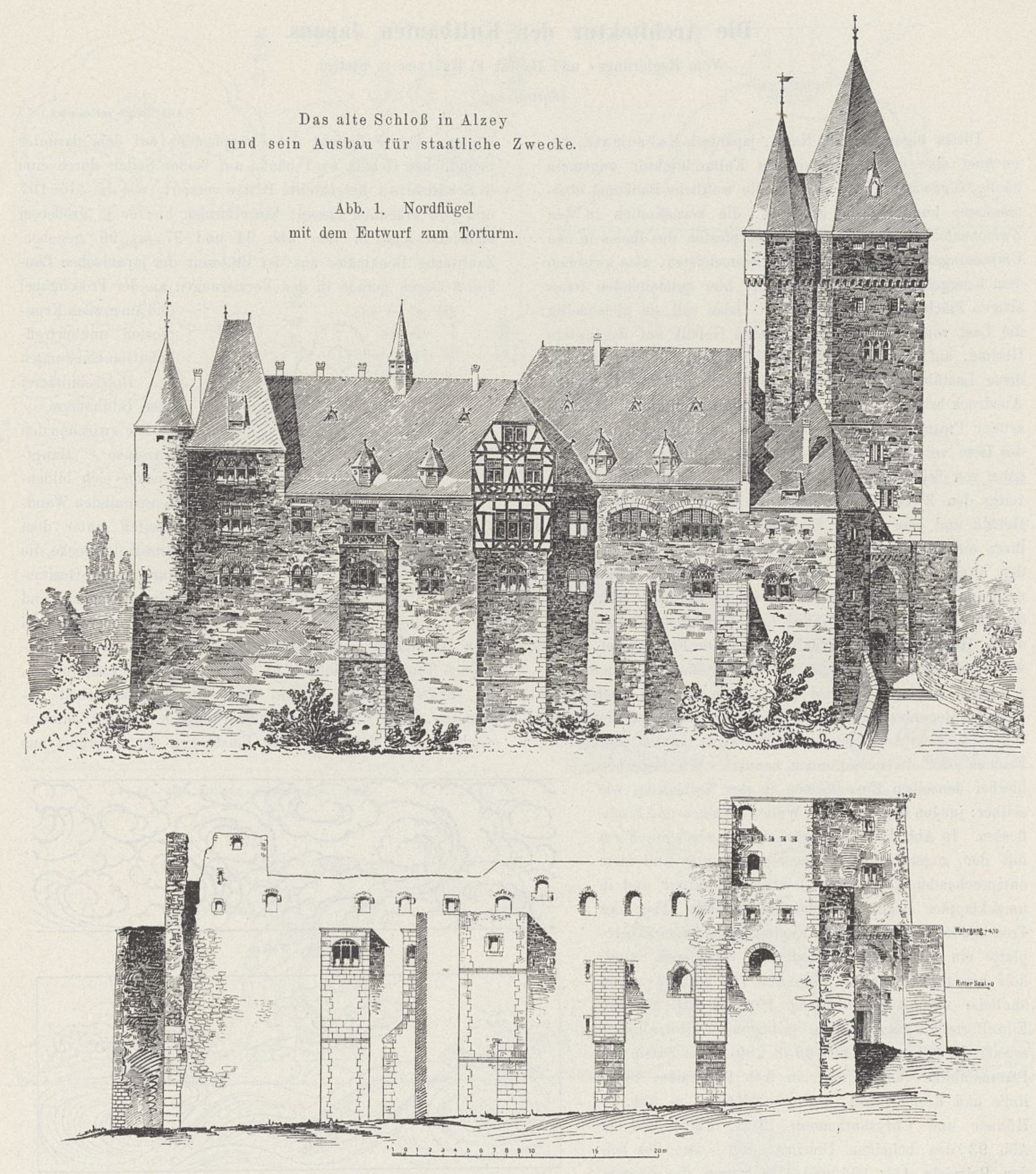
Das alte Schloß in Alzey und sein Ausbau für staatliche Zwecke.

Zu dem Aufsatz über „das alte Schloß in Alzey und seine Verwertung nach dem Wiederaufbau zu staatlichen Zwecken“ (S. 225 d. Bl.) sei nachträglich noch die Außenansicht des Nordflügels in ruinenhaftem Zustand (Abb. 2) und dazu dieselbe Ansicht nach seinem Ausbau als Gerichtsgebäude, aber mit dem jetzt noch fehlenden Torturm (Abb. 1), das heißt so gebracht, wie der Schöpfer der ganzen Wiederherstellung, Geh. Oberbaurat Prof. Hofmann, das Gebäude beabsichtigt hatte. Die photographische Ansicht von der Stadt mit dem Schaubild des Gerichtsgebäudes (Nordflügel des Schlosses) in seinem heutigen Zustande (Abb. 3 S. 229), also noch ohne den Turm, zeigt natürlich keine vollständig befriedigende Lösung.

Weit imposanter als die in der Veröffentlichung bereits wiedergegebene Hofansicht wird die auf hoher Futtermauer mächtig emporragende äußere Schauseite wirken, wie sie der Hofmannsche Entwurf mit dem gewaltigen Torturm, dem die Stadt und Burg überragenden „Wahrzeichen von Alzey“ zeigt. Diese Abbildung, welcher auch die Darstellung des Schlosses bei Merian entspricht, verdient insbesondere deshalb Beachtung, weil es sich hier um den am besten erhaltenen Teil vom Schlosse handelt, dessen beträchtliche Massen und Baureste noch mannigfaltige Anhaltspunkte über den früheren Zustand gaben. Diese Reste wurden denn auch fast vollständig unversehrt erhalten und beim Bau wieder benutzt, so daß die Rekonstruktion im Äußern wenigstens dem alten Schloß, wie es Merian noch zu schauen vergönnt war, sehr nahe kommen dürfte.*)

Nachdem für die Sicherung des heutigen Torturmrestes sowie für die Aufnahme der starken Belastung desselben durch den künftigen bedeutenden Aufbau die nötigen Untersuchungen und alle Vorsichtsmaßregeln bereits vorgenommen worden sind, dürfte der vollständige Wiederaufbau und damit die endgültige Schaffung einer befriedigenden Turmlösung wohl nur die Frage einer hoffentlich nicht allzufernen Zeit sein.

*) Merian läßt allerdings dem tatsächlichen Befund entgegen den Westgiebel des Nordflügels zu beiden Seiten von Türmen flankiert sein und zwar auf der einen Seite vom dickem Torturm, auf der andern von einem schlanken Türmchen, welches aber zweifellos das bis zu etwa 20 m Höhe noch vorhandene Treppentürmchen unmittelbar neben dem Torturm sein soll. Offenbar ist die im übrigen vollständig richtige Darstellung bezüglich des Treppenturmes unrichtig. Dieser Tortum mag wohl auf der späteren Ergänzung des vielleicht an Ort und Stelle nur flüchtig aufgezeichneten Bildes von Alzey beruhen.



Das alte Schloß in Alzey und sein Ausbau für staatliche Zwecke.

Abb. 1. Nordflügel mit dem Entwurf zum Torturm.

Abb. 2. Nordflügel. Früherer Zustand.

Ein flaches Notdach (Holzzementdach) schließt jetzt noch den Torso in sehr wenig befriedigender Weise ab, während die unteren Turmgeschosse schon ausgebaut und nutzbar gemacht sind.

Alzey liegt, wie bereits in dem Aufsatz selbst ausdrücklich bemerkt wurde, inmitten eines geologisch und geschichtlich sehr merkwürdigen uralten Kulturgebietes. Vorgeschichtliche, römische, fränkische und mittelalterliche Funde werden in reichem Maße öfters zu Tage befördert. Im Laufe des Jahres 1904 wurden die beträchtlichen Reste des Römerkastells bloßgelegt, das bisher bei oder unter dem Schloß angenommen worden war. Die noch auszubauenden oberen Räume des Torturmes würden sich zur Unterbringung solcher gefundenen Gegenstände etwa in einem Alzeyer Museum, das der Obhut eines Alzeyer Altertumsvereins anvertraut sein könnte, vortrefflich verwerten lassen.

Die Architektur der Kultbauten Japans.

Vom Regierungs- und Baurat F. Baltzer in Stettin.

(Fortsetzung.)

Frosch-gabel.

Dieser eigentümliche Name, japanisch Kaërumata, bezeichnet eine in der japanischen Kultarchitektur ungemein häufig angewandte und auch in die weltliche Baukunst übernommene buddhistische Zierform, die vornehmlich in den Zwischenfeldern zwischen den Hauptpfosten des Baues in den Umfassungswänden oberhalb der Gesimsleisten, also zwischen dem Kraggebälk, zur Ausfüllung der hier entstehenden friesartigen Flächen angeordnet wird. Dabei soll sie gleichzeitig die Last von dem darüber lagernden Gebälk auf das untere Gesims, auf dem die Froschgabel aufsteht, übertragen oder diese Lastübertragung doch wenigstens zum künstlerischen Ausdruck bringen. Wenn in der Friesmitte ein kurzer drempelartiger Pfosten, meist mit einfachem Kapitell nach der Form des Hoto versehen, vorhanden ist, so lehnt sich die Froschgabel von beiden Seiten an diesen an und erfüllt dann gleichzeitig den Zweck, den Winkel zwischen dem wagerechten Gebälk und dem kurzen Drempel auszufüllen. Die Form in ihrer einfachsten Gestalt ist sehr alt, sie kommt schon an den ältesten erhaltenen buddhistischen Bauten Japans vor; ursprünglich erscheint sie als ein ausgeschnittenes Brettstück, das im Laufe der Zeit indes immer reichere Verzierungen durch Holzschnitzarbeit erhalten hat. Die Froschgabel bleibt weiterhin auch keineswegs auf die Umfassungswände beschränkt, sondern sie wird im Inneren und am Dachgiebel über den Regenbogenhölzern und bei jeder sich sonst bietenden Gelegenheit zur Ausfüllung von friesartigen parallel begrenzten Flächen oder Zwischenräumen benutzt. Wir begegnen hierbei denselben Einzelformen in der Verzierung wie seither: jungen Blattsprossen, Wellen, Wolken und Fischflossen. In Abb. 100 ist zunächst eine schlichte Form mit der zugehörigen Ziersparrenanordnung und dem entsprechenden Kraggebälk (letzteres punktiert und in umgeklappter Lage angegeben) dargestellt; über der Froschgabel liegt ein kleines Kapitell, aus dessen Hängeplatte ein mit verzierter Endigung versehenes Sattelholz herausgestreckt ist. Die Abb. 101 bis 103 zeigen ähnliche einfachere, die Abb. 104 bis 106 reichere Einzelformen, zum Teil in gediegenster Holzschnitzarbeit; die Füllung in Abb. 90 (S. 289) stellt Fasan und Pflaumenblüte (Kiji, Ume), in Abb. 92 Falke, Sperlinge und Kiefer (Taka, Sudzume, Matsu), in Abb. 91 Hühner und Chrysanthemum (Tori, Kiku) und in Abb. 93 den beliebten Drachen (Ryo) dar; die beiden Beispiele Abb. 107 und 108 zeigen die Froschgabel in seitlicher Anlehnung an einen kurzen Drempelpfosten von rundem Querschnitt, der ein darüber angeordnetes Gebälk aufnimmt und seine Last auf den darunter liegenden Balken überträgt; dieser Pfosten ist in Form eines großen Kruges gebildet, wonach er auch den Namen Taihē-tsuka führt, und oben mit einem kleinen Kapitell der gewöhnlichen Form abgeschlossen; die Einzelform der Froschgabel zeigt bei Abb. 107 einen stilisierten Elefantenkopf, darunter das Motiv der Fischflossen (Hire), und bei Abb. 108 Wolken und Wasserwellen mit Schaumköpfen. Der Fußpunkt des Krugpfostens auf dem darunter befindlichen Gebälk wird häufig auf beiden Seiten durch eine in Schnitzarbeit hergestellte Blüte verziert, wie die Abb. 107 und 108 erkennen lassen; Einzelformen hierfür in größerem Maßstabe sind in den Abb. 94 und 97 bis 99 gegeben. Zahlreiche Denkmäler aus der Blütezeit der japanischen Baukunst zeigen gerade in den Verzierungen an der Froschgabel und am großen Krugpfosten unübertreffliche Glanzleistungen der Holzschnitzerei oder Bildhauerei.

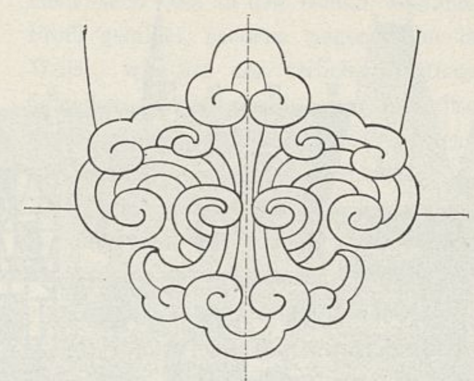


Abb. 94. Blütenverzierung am Krugpfosten.

Friesausfüllungen.

Die zwischen den einzelnen Hauptpfosten sich bildenden parallelen Wandstreifen unter dem Ansatz der Decke, die durch untere Gesimsleisten, Nageshi, und durch obere Riegel oder Wandrähme begrenzt werden, schließt man im japanischen Tempelbau vielfach ab durch verzierte Brettfüllungen, die entweder durch Malerei oder durch Schnitzarbeit besonderen, unter Umständen außerordentlich reichen Schmuck erhalten. Das Glänzendste an Leistungen der Zierkunst aus der Tokugawazeit haben in dieser Beziehung die Schogun-Grabtempel von Shiba und Uyeno in Tokio und von Nikko aufzuweisen. Beispiele derartiger Abschlußbretter, Shirin, mit Schnitzarbeit, Wellenstrudel und Wolken darstellend, sind in den Abb. 95 und 96 gegeben. Außerdem sind hier noch die auch in der allgemeinen Baukunst gebräuchlichen Abschlüsse dieser Friese durch die sogenannten Ramma zu erwähnen, Friesfüllungen aus Sägeschnitt- oder Holz-



Abb. 95. Wolken.

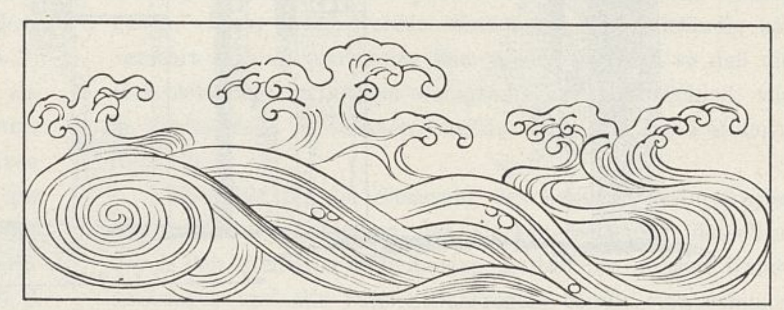


Abb. 96. Wellenstrudel.

Abb. 95 u. 96. Friesabschlußbretter.

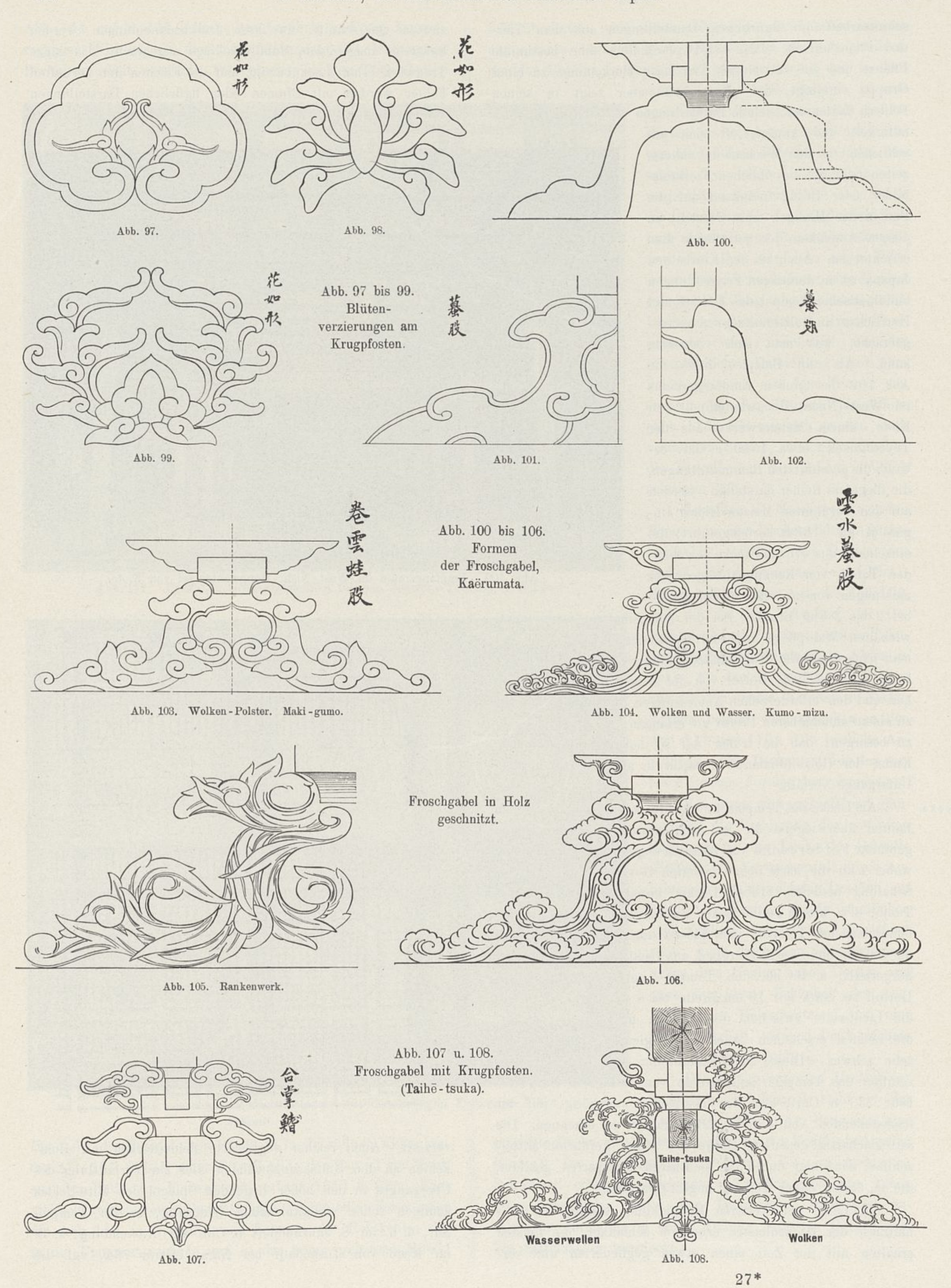


Abb. 97. Abb. 98. Abb. 99.

Abb. 97 bis 99. Blütenverzierungen am Krugpfosten.

Abb. 100. Abb. 101. Abb. 102.

Abb. 100 bis 106. Formen der Froschgabel, Kaërumata.

Abb. 103. Wolken-Polster. Maki-gumo.

Abb. 104. Wolken und Wasser. Kumo-mizu.

Abb. 105. Rankenwerk.

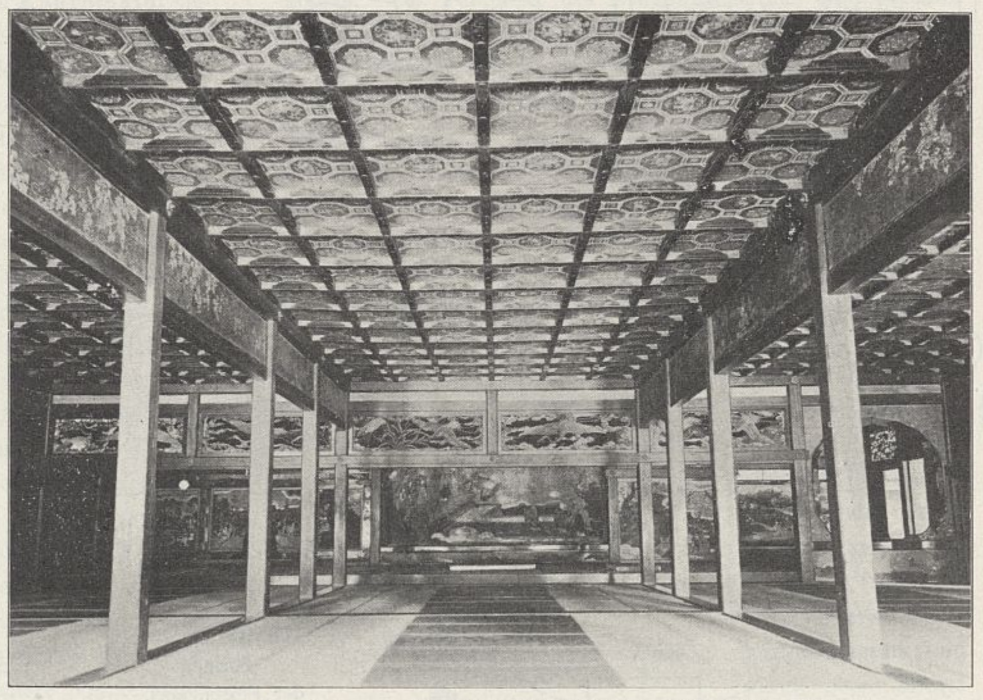
Froschgabel in Holz geschnitzt.

Abb. 106.

Abb. 107 u. 108. Froschgabel mit Krugpfosten. (Taihē-tsuka).

Abb. 107. Abb. 108.

schnitzarbeit mit figürlichen Darstellungen aus dem Tier- und Pflanzenreich; dabei wird gewöhnlich eine bestimmte Pflanze und ein bestimmtes Tier nach Herkommen zu einer Gruppe vereinigt, der ganze Fries aber zeigt in seinen Feldern lauter wechselnde Darstellungen in reichster Mannigfaltigkeit und Anmut, oft sich anschließend an den Wechsel der Jahreszeiten oder an die üblichen Tierkreisbilder oder Bezug nehmend auf die Person des Heiligen oder Fürsten, zu dessen Andenken der betreffende Bau errichtet ist. Auch bei den Kultbauten Japans ist in derartigen Friesfüllungen buddhistischer Tempel das Edelste und Herrlichste an Holzschnitzereien hervorgebracht, was man sich vorstellen kann. Als ein Beispiel diene die Abb. 109 des großen Empfangsraums im West-(Nishi)-Hongwantempel von Kioto, einem Meisterwerke aus der Toyotomizeit, etwa 1550 n. Chr. erbaut; die geschnitzten Rammafüllungen, die fliegende Reiher darstellen, werden auf den berühmten Meister Hidari Jingorō (1594—1634) zurückgeführt; die einzelnen, aus einem Stücke bestehenden Tafeln von Keakiholz zeigen Abmessungen von ungefähr 6 Fuß Länge bei 2 bis 3 Fuß Breite. Bei der mangelhaften, noch unentwickelten Waldpflege und der Rücksichtslosigkeit, mit der man neuerdings die Waldschätze plündert, ist es heute schon kaum noch möglich, Hölzer von der ausgesuchten Beschaffenheit und den erforderlichen Abmessungen für ähnliche Zwecke zu einem annehmbaren Preise zu erlangen; es ist daher leider zu besorgen, daß die früher auf so hoher Stufe stehende Kunst der Holzbildhauerei in Japan in absehbarer Zeit dem Untergange verfällt.


Abb. 109. Empfangsraum im West-Nishi-Hongwantempel von Kioto.

Decke. Als Decke des Tempelschiffes wird bei den buddhistischen Bauten überwiegend die aus sich kreuzenden Deckenleisten gebildete Felderdecke von ziemlich enger Teilung verwendet, wobei man die nach oben vertieften Gevierte mittels glatter Schalung abdeckt. Diese Decke, bezeichnet als Kogumi-Tenjō, d. h. kleine Felderdecke, kommt schon bei den ältesten buddhistischen Tempel- und Klosterbauten vor; hierbei sind die Leisten ohne jedes Zierglied aus rechteckigem Querschnitt hergestellt, z. B. bei den Tempel- und Turmbauten von Horiuji bei Nara mit 10 cm Breite bei 8 cm Stärke, während die Lichtweite zwischen den Leisten nur 15 cm beträgt; die Leisten erscheinen daher im Vergleich zu den Feldern sehr schwer. Diese Deckenanordnung ist in den Seitenschiffen des Tempels Sangatsu-do von Todaiji in Nara, erbaut 733 n. Chr., also der Tempiozeit angehörig, auf der nachstehenden Abb. 135 (S. 429) deutlich zu erkennen. Die satteldachartig gestaltete Decke des höher geführten Mittelschiffes wird hier durch die sichtbaren Ziersparren gebildet, die in üblich enger Teilung angeordnet sind.

Im Laufe der weiteren Entwicklung werden die Verhältnisse der Deckenleisten erheblich schlanker, die Leisten erhalten mit der Zeit einen etwas gegliederten und verzierten Querschnitt, an ihren Durchschneidungen werden kunstvoll ausgebildete Metallbeschläge angebracht, das ganze Tragwerk erhält Lacküberzug und die Flächen der vertieften Felder werden mit Blumen oder figürlichen Darstellungen von Drachen, Vögeln und dergleichen oft aufs anmutigste

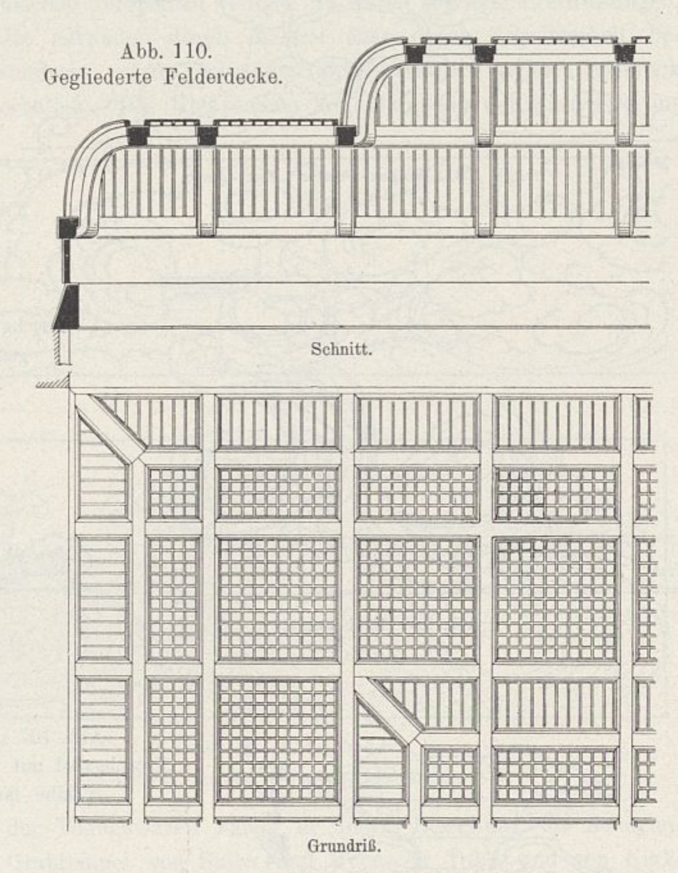


Abb. 110. Gegliederte Felderdecke.

verziert. Auch reicher gegliederte Felderdecken mit Hohlkehlen an den Umfassungswänden oder zur Vermittlung des Überganges in den höher liegenden Spiegel des Mittelfeldes kommen schon verhältnismäßig frühzeitig, in der Tempiozeit, d. h. im 8. Jahrhundert n. Chr. zur Anwendung, z. B. im Kodo von Toshodaiji bei Nara, erbaut 764, vgl. die

Abb. 144 auf S. 433. Besonders berühmt und von hervorragender Wirkung ist die aufs glänzendste mit eingelegter Perlmutterarbeit verzierte Felderdecke in der Phönixhalle, Ho-o-do, des Tempels von Byodo-in in Uji südlich Kioto, von der Abb. 114, S. 425, einen Begriff gibt; der Bau ist ein Werk aus der Blüte der Fujiwarazeit, erbaut 1052 n. Chr. Eine vielfach vorkommende Deckenanordnung von edler Form zeigt die Abb. 110 in Grundriß und Schnitt; die Hohlkehle, die in die Umfassungswände und in das höher gelegene Mittelfeld überleitet, wird durch zahlreiche, dicht nebeneinander angeordnete, hochkant gestellte Flachstäbe aus Holz gebildet, die der Rundung entsprechend geschweift sind und in dem unteren und oberen Rahmen in entsprechenden Nuten ihren Halt finden. Hinter den rippenartig wirkenden Stäben sind dünne Schalbretter zum Abschluß der Öffnung verlegt; in den wagerechten Feldern bildet sich durch die Überkreuzung der in gleicher Teilung angeordneten Flachstäbe ein quadratischer Rost von sehr enger Feldweite, der gleichfalls durch eine darüber gelegte Schalung abgeschlossen wird. Die schöne Raumwirkung dieser Tempeldecke wird ersichtlich aus der schaubildlichen Darstellung eines ähnlichen Beispiels aus dem Tempel von Joruriji in der Provinz Yamashiro (Abb. 113), die zugleich an den stark verfallenen Stellen, in der Ecke rechts, die Einzelheiten der Bauart deutlich erkennen läßt.

102 THE CEILING OF OISHINOMA INSIDE BUDDEST TEMPLE

Abb. 111. Decke im Gedächtnistempel für den Schogun Yemitsu in Nikko.

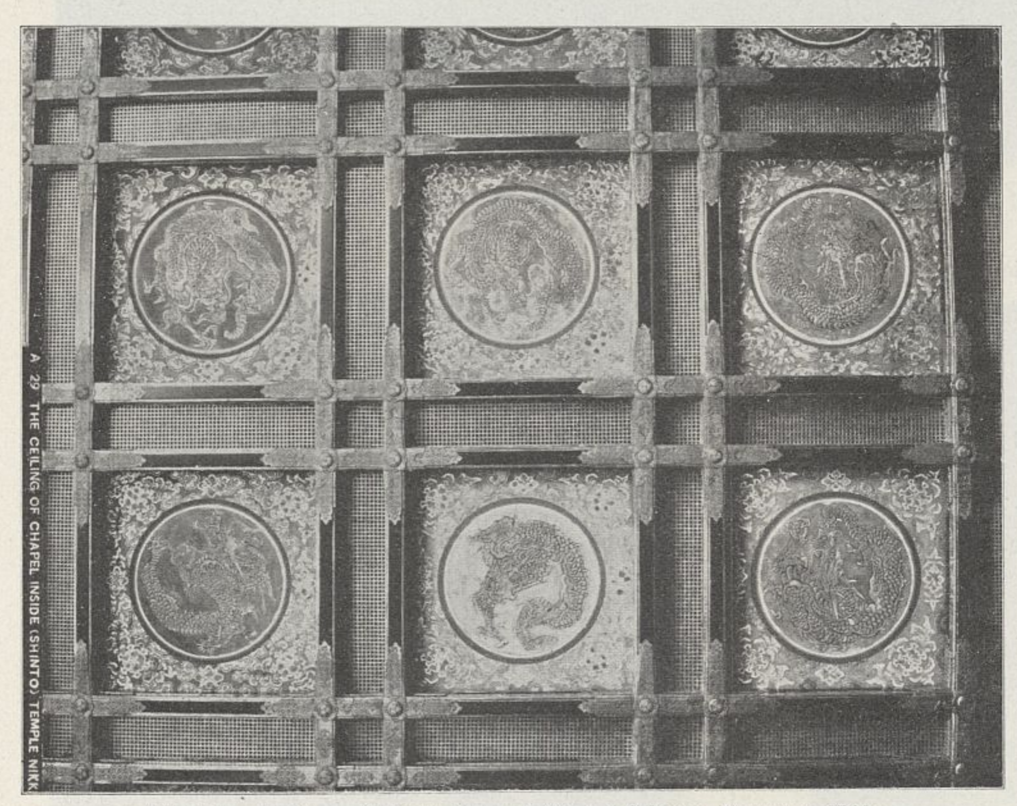


Abb. 112. Decke im Gedächtnistempel für den Schogun Yeyasu in Nikko.

Geradezu als Meisterwerke ersten Ranges in der Deckenbildung dürfen angesehen werden: die Decken des großen Empfangsraumes von Nishi-Hongwanji in Kioto, vgl. die Abb. 109, und die in den Bethallen der Gedächtnistempel für den zweiten Tokugawa-Schogun Hidetada in Shiba in Tokio, für den ersten Schogun Yeyasu und für den dritten, Yemitsu, in Nikko; letztere beiden wiedergegeben in den Abb. 111 und 112. Die bauliche Anordnung dieser Decken ist aus den vorbeschriebenen Formen hervorgegangen.

Besonders wirkungsvoll und glänzend ist die Verzierung der vertieften Füllungen bei der Decke der Bethalle (Haiden) des Yeyasutempels durch Anbringung von vergoldeten Drachen auf hellblauem Grunde, die in sämtlichen 100 Feldern verschieden gezeichnet sind. Auch die beiden Seitenkammern neben dem Haiden haben Decken von ganz besonderer Schönheit der Ausführung in Holzschnitzerei und eingelegter Arbeit, verziert durch reichste Malerei und Vergoldung.

Den reich verzierten Decken der buddhistischen Tempel steht in der schintoistischen Bauweise eine schlichte Decke auf glatten Leisten, in der Regel ohne jeden Anstrich des Holzwerks, gegenüber. Die im strengsten Schintostil erbauten kaiserlichen Kapellen von Ise haben keine eigentliche Decke, das Tempelschiff wird hier unmittelbar durch die in enger Teilung verlegten Dachsparren des Satteldaches überdeckt.

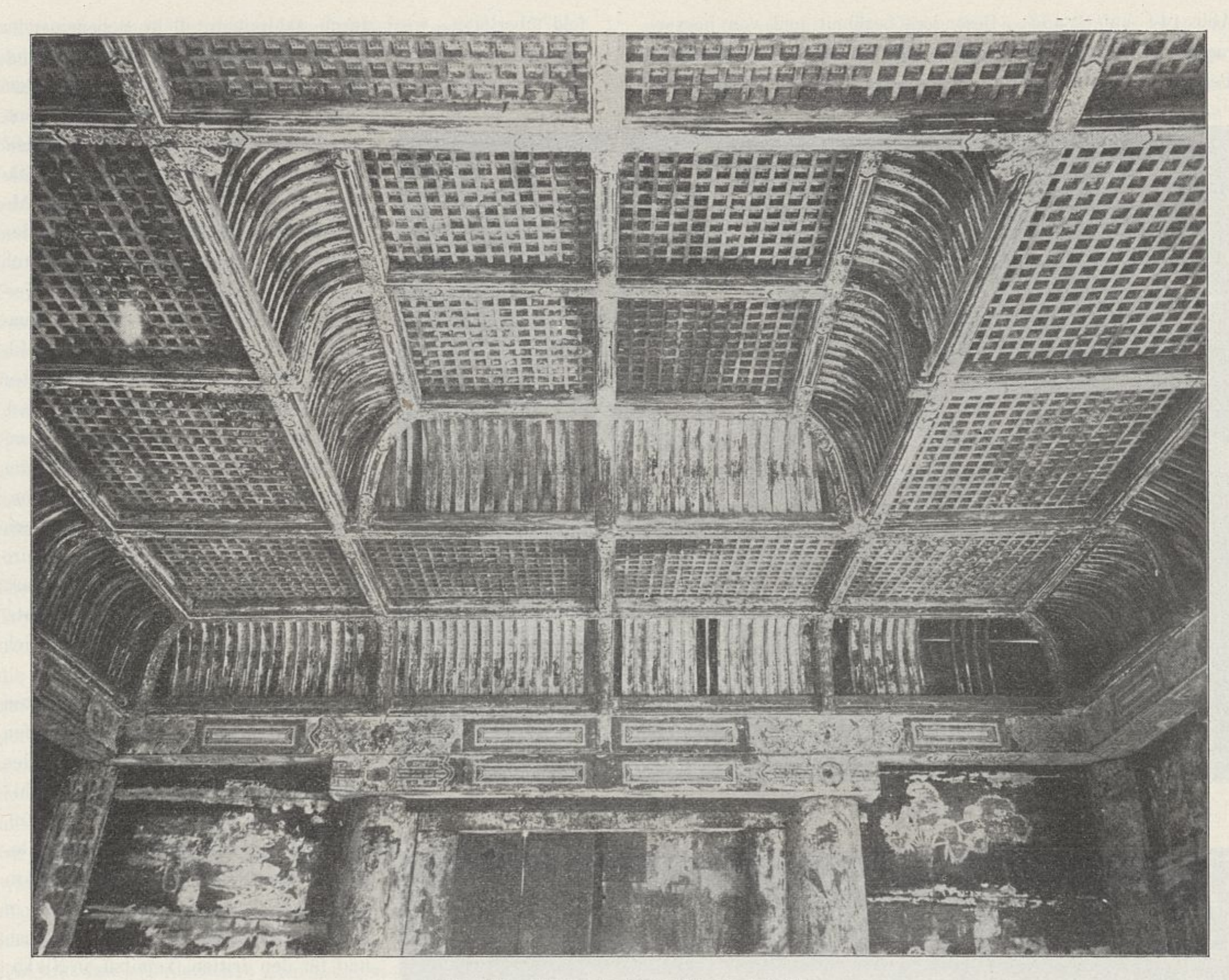


Abb. 113. Decke des Tempels von Joruriji.

Als bemerkenswerte und besonders kunstgeschichtlich wertvolle Deckenausbildungen für das Mittelschiff zentraler Tempelanlagen (achteckiger Kapellen) aus der Tempiozeit (724—794) mögen nachstehend noch drei Decken aus dem schon oben genannten Sangatsu-do von Todaiji in Nara mitgeteilt werden, Abb. 115 bis 117. Die Verzierungen sind in Holz ausgeführt und mit Farben dick bemalt. Im Jahre 1901 wurde mit dem Tempelbau eine umfassende Erneuerung und Instandsetzung vorgenommen.

Giebelverzierungen.

Für die Verzierung der eigentlichen Stirn des Dachgiebels, Hafu, kommen nur wenige ganz bestimmte Formen in Betracht. Die Stirnfläche wird gebildet durch ein senkrecht gestelltes, aus zwei symmetrischen Hälften zusammengestoßenes Abschlußbrett, das bei unverkrüppeltem Giebel an beiden Traufenden mit einer verzierten Endigung ausläuft, bei der Irimoya-Dachform dagegen am Ansatz der unteren Walmfläche wagerecht abgeschnitten ist. Bei Tempeln ist das Stirnbrett meist zusammen mit der Dachkante hohl gekrümmt, wie Abb. 119 erkennen läßt; im vorliegenden Falle beträgt die Pfeilhöhe der Krümmung $\frac{8}{100} \cdot \frac{7}{10} = \frac{56}{1000}$ der Dachspannung, vom Scheitel bis zum Anfallspunkt der unteren Walmfläche gemessen. Das Stirnbrett ist an der Vorderseite häufig mit einer flach gewellten Gliederung, etwa wie der Schnitt *MM*, Abb. 118 andeutet, versehen, durch die sich

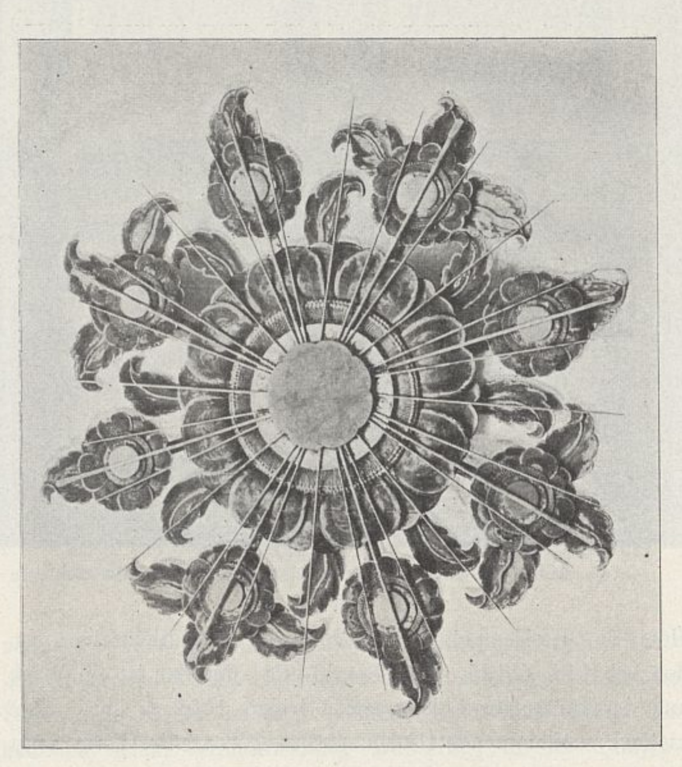


Abb. 115.

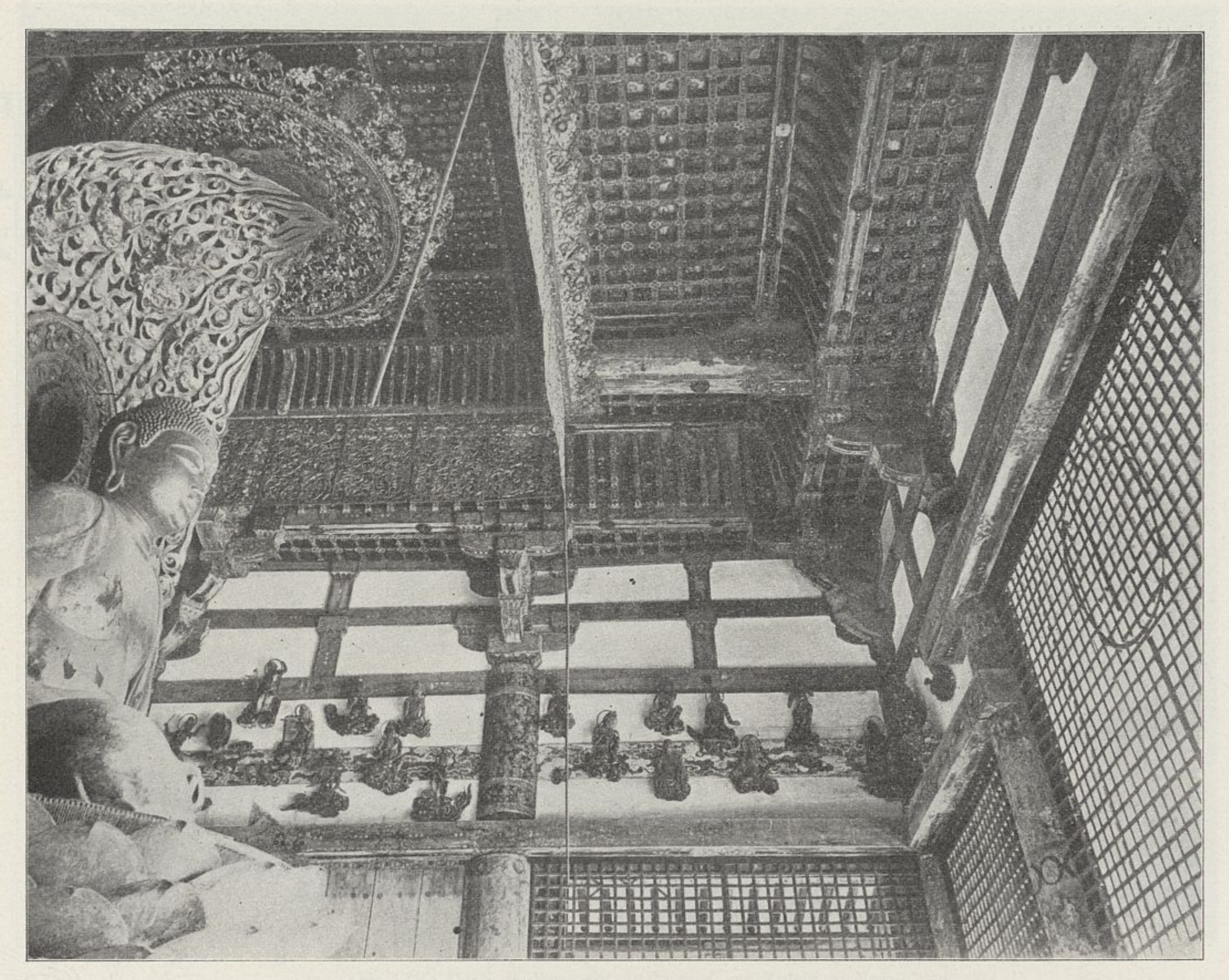


Abb. 114. Decke der Phönixhalle des Tempels von Byodo-in in Uji bei Kioto.

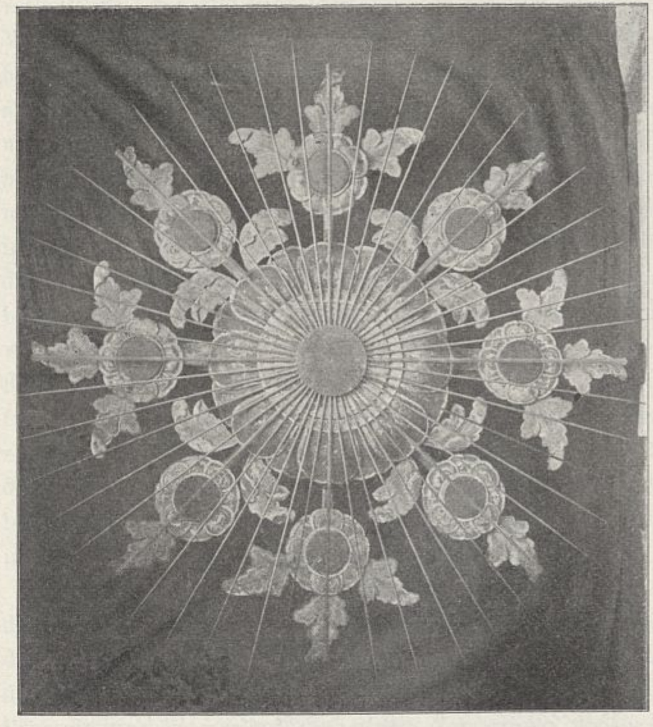


Abb. 116.

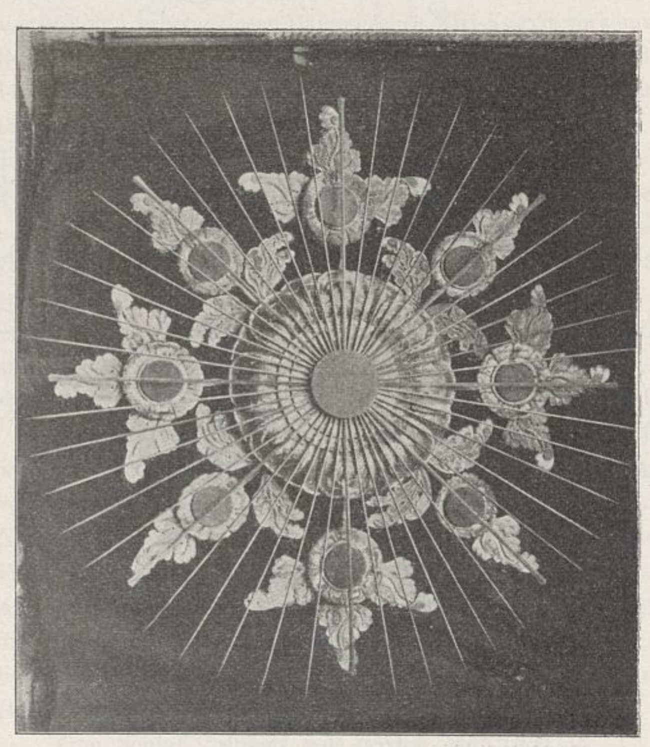


Abb. 117.

Abb. 115 bis 117. Deckenrosetten von Sangatsu-do von Todaiji in Nara.

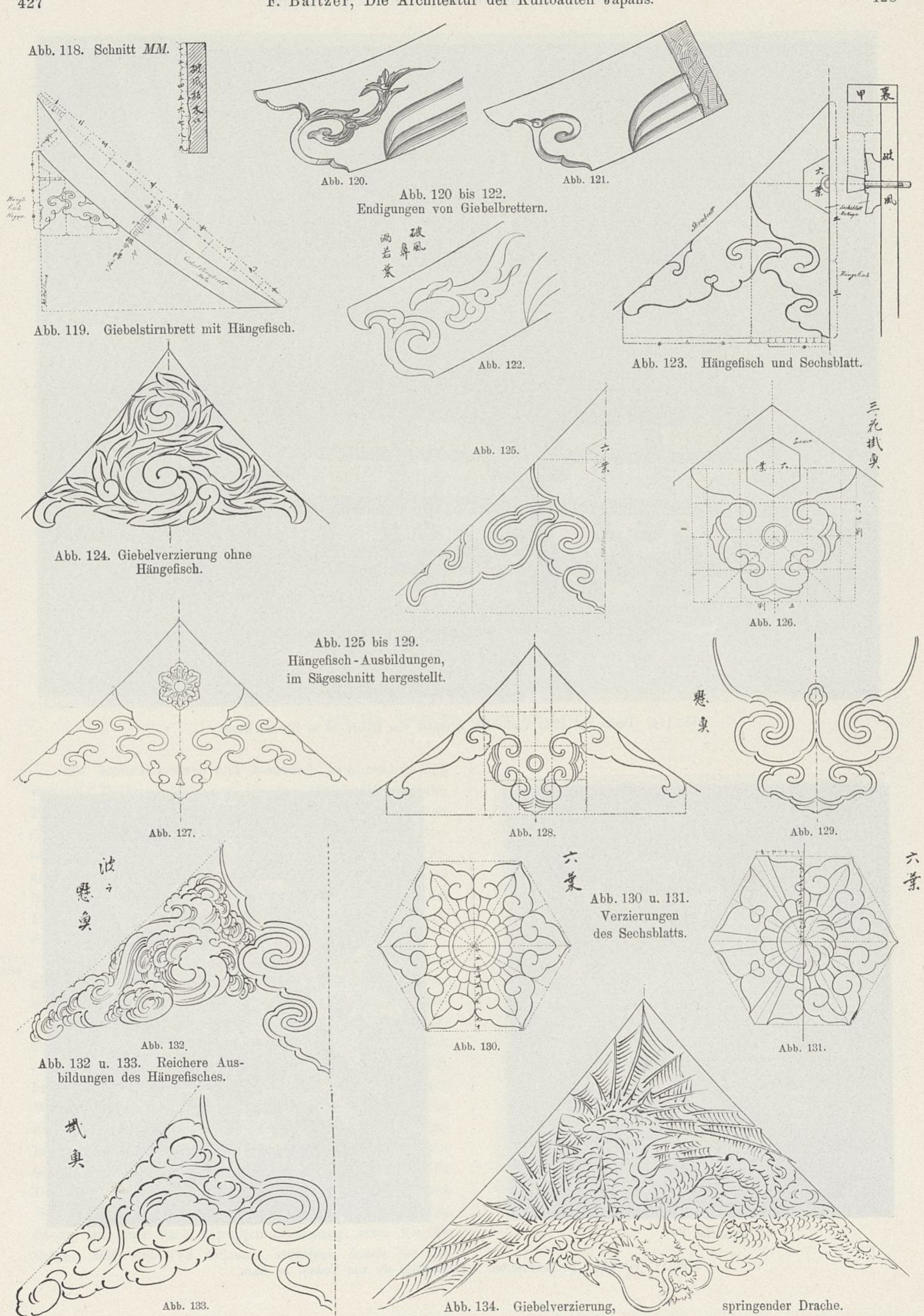


Abb. 119. Giebelstirnbrett mit Hängefisch.

Abb. 120 bis 122. Endigungen von Giebelbrettern.

Abb. 123. Hängefisch und Sechsblatt.

Abb. 124. Giebelverzierung ohne Hängefisch.

Abb. 125 bis 129. Hängefisch-Ausbildungen, im Sägeschnitt hergestellt.

Abb. 130 u. 131. Verzierungen des Sechsblatts.

Abb. 132 u. 133. Reichere Ausbildungen des Hängefisches.

Abb. 134. Giebelverzierung, springender Drache.

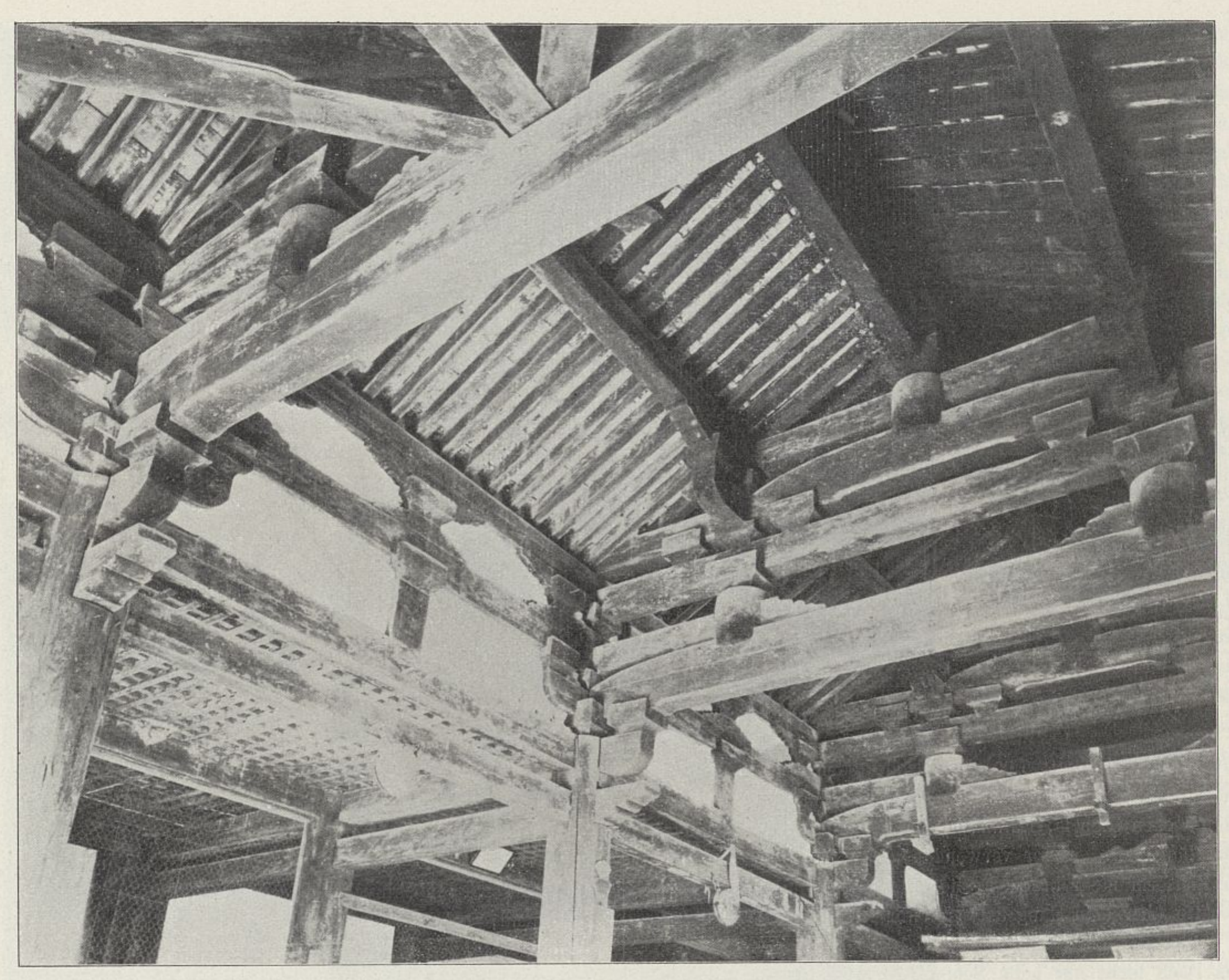


Abb. 135. Decke im Sangatsu-do-Tempel von Todaiji in Nara.

meist zwei oder drei, mit scharfen Linien abgesetzte parallel verlaufende Längsstreifen bilden. Der im Scheitel entstehende Winkel unter dem Stirnbrett wird durch das Zierglied des hängenden Fisches, Kegyo, ein mehr oder minder reich ausgeschnittenes Holzbrett, ausgefüllt, dessen Vorderfläche nur wenig gegen das Stirnbrett zurücktritt. Dieses ungemein häufige Vorkommen der Kunstform des Hängefisches dürfte mit der Bedeutung des Fisches als wichtigen Nahrungsmittels im japanischen Inselreich zusammenhängen. Über der Endigung des Hängefisches findet sich meist eine in Holz gebildete Rosette, das Sechsblatt, Rokuyō, angebracht, das, wie Abb. 123 erkennen läßt, auf der Brettfläche des Hängefisches besonders aufgesetzt und befestigt ist. Beispiele für die verzierte Endigung des Stirnbrettes, Hafu no Hana, eines unverkrüppelten Giebels enthält Abb. 120 bis 122; die in die Holzfläche flach eingegrabene Ranke nach Abb. 120 bezeichnet Wakana, junge Blattsprossen, während bei Abb. 122 noch das Motiv des Wasserstrudels, Udzu, hinzutritt.

Beispiele für die Verzierung des Sechsblattes sind in den Abb. 130 und 131 gegeben. Größere Mannigfaltigkeit der Zierform herrscht bei der Ausbildung des Hängefisches; die Abb. 125 bis 129 zeigen einfachere Ausführungen in Sägeschnittarbeit, wobei die ganze Verzierung meist aus einem Stück hergestellt ist; Abb. 126 und 128 wird insbesondere als Dreiblatt bezeichnet, neben der die Form des abgestutzten, schwanzlosen Hängefisches, Kiri-Kegyo, vorkommt. Reicheren Ausführungen begegnen wir in den Abb. 132, 133 u. 137 (S. 431), wobei der Zwickel zwischen Hängefisch und Stirnbrett beiderseits durch besondere Zierstücke ausgefüllt wird in der beliebten Form von stilisierten Wolken, Blattranken oder Wasserwellen, hergestellt in Sägeschnitt- oder Schnitzarbeit.

Zwei abweichende Formen der entsprechenden Giebelverzierung ohne Hängefisch zeigen die Abb. 124 und 134, erstere ein reicheres Pflanzenornament, letztere einen in Schnitzarbeit ausgeführten springenden Drachen, Hiryō, darstellend; beide Motive sind in den Winkel unter dem Giebelstirnbrett geschickt hineingestellt.

Bei breiterer Giebelentwicklung und reicher Ausführung werden zwischen Mitte und Traufende noch weitere Hängeverzierungen unter dem Giebelabschlußbrett angebracht; der Neigung des Stirnbretts entsprechend werden sie in diesem Falle unsymmetrisch ausgebildet, etwa in Formen nach Abb. 138, wobei die Zierform zugleich den Zweck erfüllt, die Stirnfläche der mittleren Dachfetten zu verkleiden; sie heißen daher auch Fettenverdecker, Keta-Kakushi (neben der Bezeichnung Kudari-Kegyo, geneigter Hängefisch).

Zum Schluß bringen wir in den Abb. 139 bis 143 in verwandten Zierformen die entsprechende Giebelverzierung

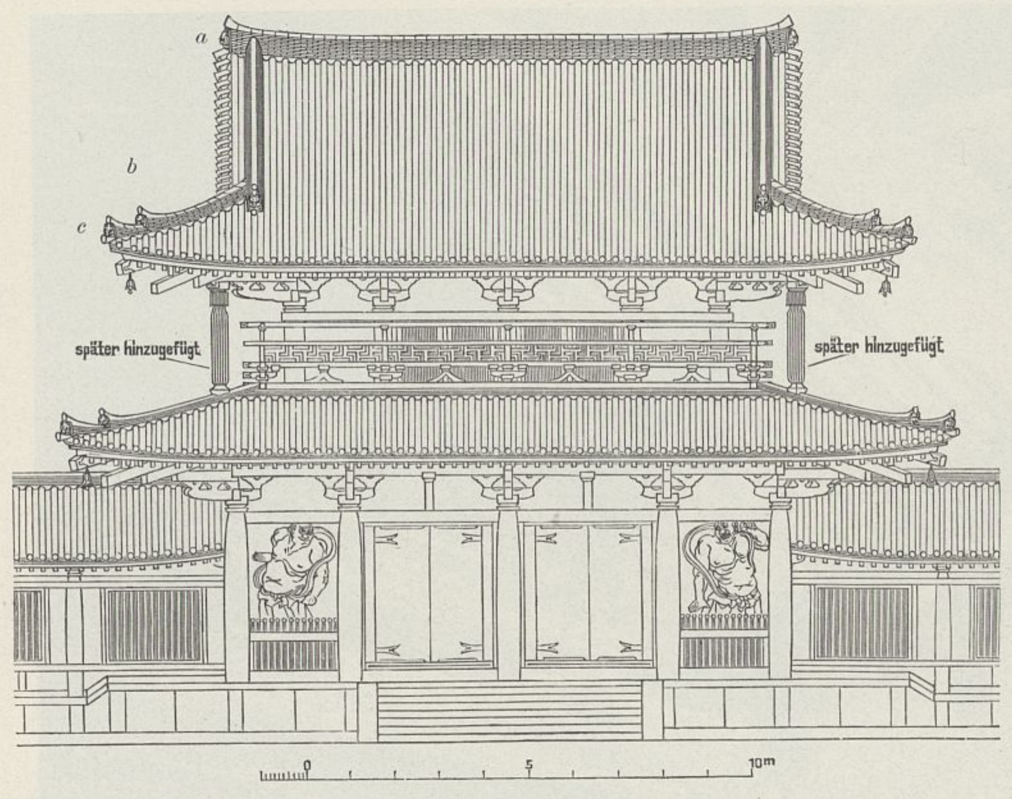


Abb. 136. Vorderansicht des Mitteltores. Tempel von Horiuji bei Nara.

unter dem Stirnbrett für ganz flache oder im Scheitel erhaben gekrümmte Giebelformen, wie sie durch die Art des chinesischen Giebels, Karahafu, bedingt sind. Hier erscheint der Hängefisch, wo er verwendet wird, mehr verkürzt und die Zierform mehr in die Breite entwickelt; eine vierblättrige Rosette über dem Hängefisch ist nur in Abb. 141 vorhanden.

Dachverzierungen.

Bei der eingehenden und liebevollen Behandlung, die das Dach nicht nur beim Schloß- und Tempelbau, sondern auch in der allgemeinen weltlichen Architektur Japans erfahren hat, ist den eigenartigen und reizvollen Dachverzierungen besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Die hier in Betracht kommenden Kunstformen dürften sich wohl zunächst bei dem buddhistischen Tempeldach aus gebrannten Pfannen, dessen Einführung in Japan auf chinesische und koreanische Priester oder Mönche zurückzuführen ist, entwickelt und weitergebildet haben und sind wohl erst in späterer Zeit in wenig veränderter Ausführung auf das Dach aus Schilf, Stroh oder Hinokirinde übertragen. Die alten Tor-, Tempel- und Turmbauten des Klosters von Horiuji bei Nara (vgl. Zentralbl. d. Bauverwalt. 1902, S. 507 u. f.), die zum Teil aus dem Anfange des siebenten Jahrhunderts nach Chr. (607) stammen, zeigen durchweg als Dachfirstabschluß, sowie als Endigung für die Ziegelrippen, die den Giebelkanten und den Dachgraten folgen (vgl. nebenstehende Abb. 136 bei *a*, *b* und *c*), das sogenannte Teufelsbrett, Oni-ita, eine in gebranntem Ton gebildete Teufelsfratze, mit einer geschwungenen Umrahmung, auf deren Scheitel ein gleichfalls in Ton ausgeführter, am Ende nach oben geschweifter, walzenförmiger Stab ruht (vgl. Abb. 148). Eine verwandte, nur wenig jüngere Form von Shinyakushiji bei Nara, aus der Tempiozeit stammend, 8. Jahrhundert, zeigt die Abb. 161 (S. 437). Die Teufelsfratze, die späterhin auch oft weggelassen oder durch andere ähnliche Bildungen ersetzt wurde, hat demnächst der Dachverzierung den Namen (als Oni-ita, Teufelsbrett) gegeben. Bei der weiteren Ausführung der Zierform hat man

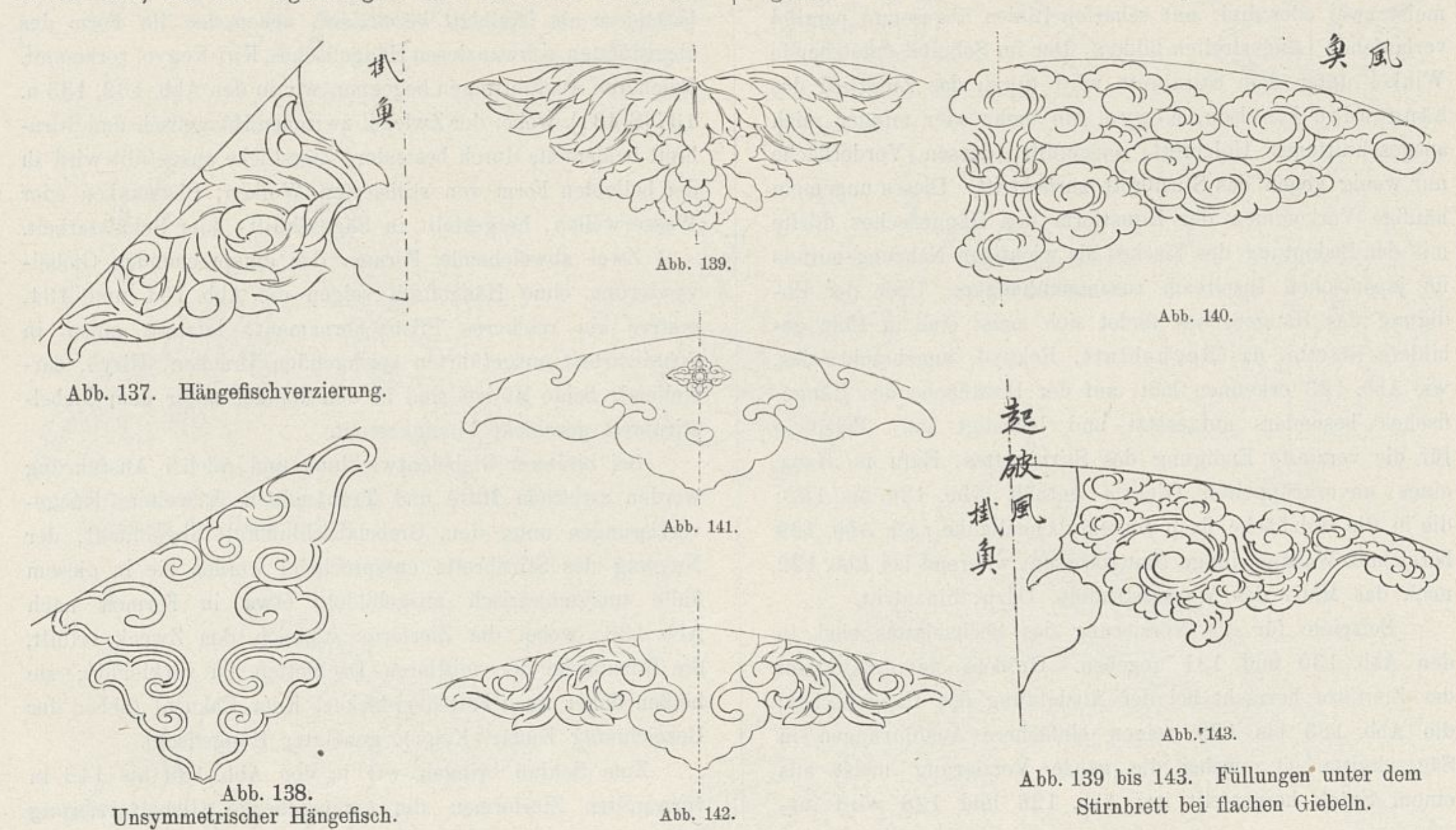


Abb. 137. Hängefischverzierung.

Abb. 138. Unsymmetrischer Hängefisch.

Abb. 139. Abb. 140. Abb. 141. Abb. 142. Abb. 143.

Abb. 139 bis 143. Füllungen unter dem Stirnbrett bei flachen Giebeln.



Abb 144. Decke im Kodo von Toshodaiji bei Nara.

wogen ist sehr beliebt und häufig anzutreffen, wobei der alte Aberglauben sich geltend macht, daß das Zeichen des Wassers am Dache gegebenen Falles der verzehrenden Glut des Feuers erfolgreich Einhalt gebieten werde. Die Abb. 149 bis 152 stellen ähnliche Firstabschlußverzierungen dar für flache, im First erhaben gekrümmte Dachformen, wie sie im Tempel- und Schloßbau besonders bei der Anwendung des erwähnten Karahafu vorkommen.

Eine etwas abweichende Form des Firstabschlusses zeigen die Abb. 145, 147 u. 158, bei denen an Stelle des Teufelsbrettes das Löwenmaul, Shishiguchi, tritt, das diesen Formen auch den Namen gibt. Die Bezeichnung Löwenmaul bezieht sich ursprünglich nur auf die eigentliche Umrißform des Firstziegels ohne die Bekrönung und das seitlich angesetzte Beiwerk. Die Bekrönung wird gebildet durch drei walzenförmige Körper, die als Vogelnestpolster, Toribusuma, oder auch als Polster für die heilige Sutra, Kio-no-maki, bezeichnet werden; über die Herleitung dieser Bezeichnungen konnte ich Näheres nicht ermitteln. Der Firstziegel zeigt gewöhnlich unterhalb der drei Polster zwei scharf abgesetzte, in geneigter Stellung angebrachte Rippen

am Fußpunkte der Umrahmung beiderseits Rankenwerk, stilisierte Wolken oder Wasserwellen angesetzt und ist so zu den in den Abb. 154 u. 155 wiedergegebenen einfacheren Formen gelangt; der wagerechte Fußabschluß nach Abb. 155 entspricht der Anwendung der Zierform (im Punkte *b* der vorstehenden Abb. 136) als Endigung der Ziegelrippe, die dem Giebelrande parallel in der Dachfläche herabsteigt (Kudarimune); die Form nach Abb. 154 bezieht sich auf eine flache Dachneigung, wie sie sich im First des doppeltgekrümmten sogenannten chinesischen Giebels, Karahafu, findet, oder auf eine Endigung der Dachgratrippen in ähnlicher Form (bei *c* der Abb. 136). Die Abb. 146, 153, 156, 157, 159 u. 160 zeigen ähnliche, aber reichere Firstendigungen auf steiler geneigten Dachflächen; in den Abb. 156, 157 u. 159 ist der Querschnitt des anschließenden, aus Brettern gebildeten Kastenfirsts angedeutet; das Motiv der Meereswellen, Nami, nach den Abb. 146 und 159 mit Schaumköpfen oder Spritzflocken von Wasser-

oder Gurtungen, die an den drei Ansichtsflächen herumgekröpft sind und Ayasuji heißen; auch über diesen Namen und die Bedeutung der Rippen konnte mir niemand die erbetene Aufklärung geben. Das in dem Zwickel zwischen Dachfläche und Firstziegel angesetzte Füllwerk besteht wie bei den anderen Beispielen aus Blattranken, stilisierten Wolken oder Wellen. Die in den Abb. 145, 147 u. 158 enthaltene Form entspricht der vornehmsten Ausführung und war ursprünglich für die kaiserlichen und prinzlichen Palastbauten und solche Klöster und Tempel vorbehalten, deren Äbte oder Oberpriester aus kaiserlichen oder prinzlichen Familien stammten; die Form wird demgemäß bezeichnet als Abschluß für den Schloßfirst, Goshō-no-mune, und ist namentlich bei den großen Hongwan-Tempeln der Shin- oder Montosekte gebräuchlich.

Die Ausführung aller Dachverzierungen erfolgt meist in gebranntem Ton, nach Umständen unter Vereinigung einzelner Teile zu der Gesamtform von großer Abmessung,

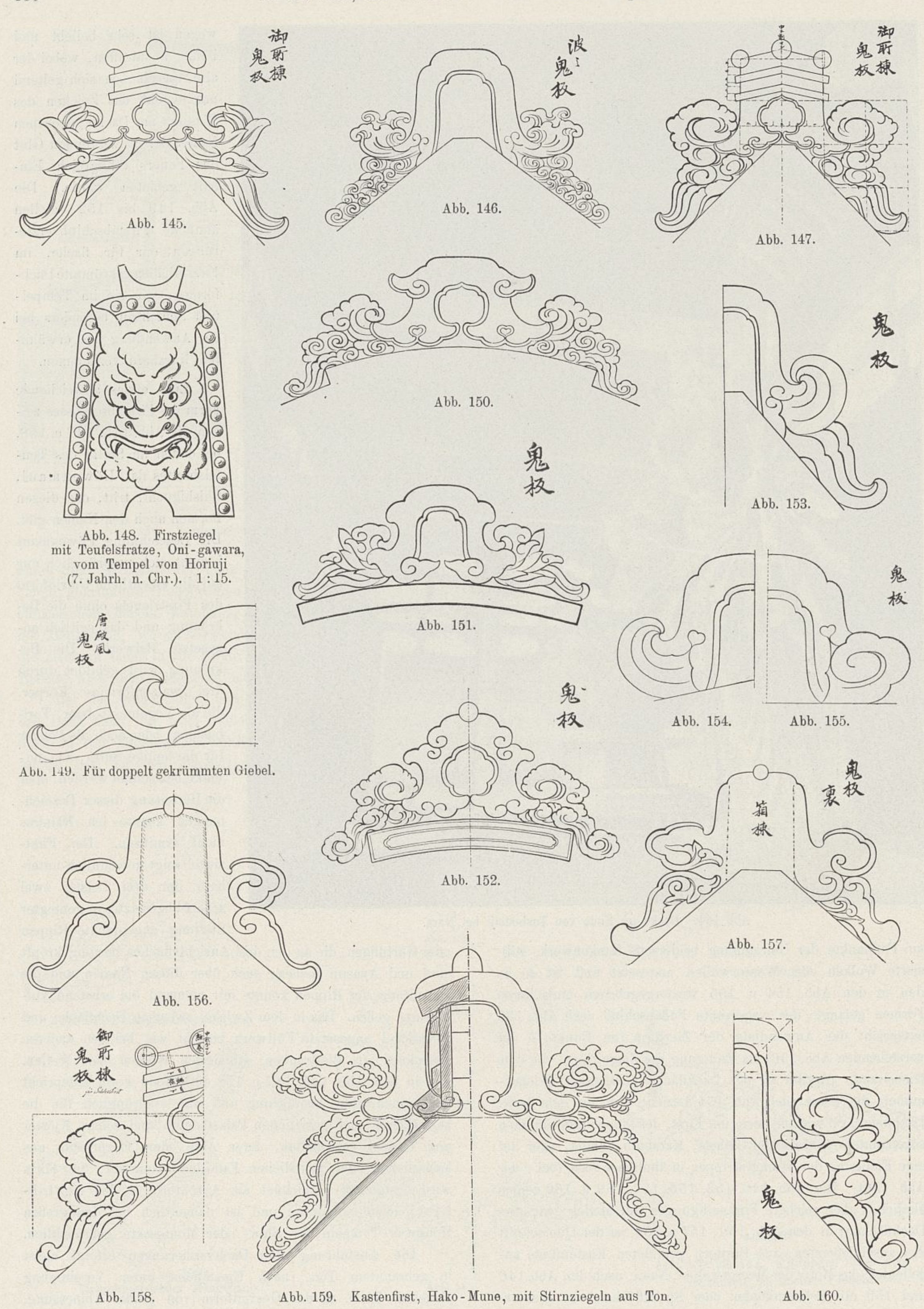


Abb. 145.

Abb. 146.

Abb. 147.

Abb. 148. Firstziegel mit Teufelsfratze, Oni-gawara, vom Tempel von Horiuji (7. Jahrh. n. Chr.). 1 : 15.

Abb. 149. Für doppelt gekrümmten Giebel.

Abb. 150.

Abb. 151.

Abb. 152.

Abb. 153.

Abb. 154. Abb. 155.

Abb. 156.

Abb. 157.

Abb. 158.

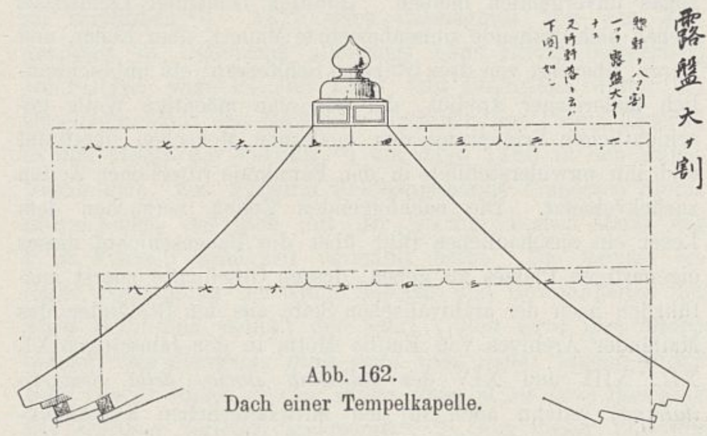
Abb. 159. Kastenfirst, Hako-Mune, mit Stirnziegeln aus Ton.

Abb. 160.


Abb. 161. Teufelsbrett von Shinyakushiji bei Nara.

oder in getriebenem Kupfer, oftmals mit reicher Vergoldung des im Innern des Teufelsbrettes oder des Löwenmauls an gebrachten Wappenzeichens, das dem betreffenden Tempel eigentümlich ist.

Eine von der vorbeschriebenen völlig abweichende Dachbekrönung kommt zur Verwendung bei den Zentralbauten, wie wir sie in den mehrgeschossigen Turmanlagen kennen lernen werden; neben diesen kommen als ähnliche Bauten mit Zeltdachform noch kleine Tempelkapellen vor von quadratischem oder regelmäßigem sechs- oder achteckigem Grundriß. Das Kiozō, die heilige Bücherei, die bei den meisten buddhistischen Tempelbezirken als eigenes Gebäude besteht, ist in der Regel gleichfalls ein Tempelbau von geviertförmigem Grundriß. In den buddhistischen Tempeln, Türmen und Toren ganz überwiegend gebrannte Dachpfannen der alten Hongawara-Form, das heißt abwechselnd flache, nach oben hohl verlegte Pfannen, und Deckziegel von halbkreisförmigem Querschnitte verwendet werden, wie sie ursprünglich zuerst mit der buddhistischen Kunst in Japan zur Einführung gelangten. Bei den Deckziegeln am Traufrand ist in der Vertiefung der kreisförmigen Stirnfläche gewöhnlich das Wahrzeichen des Tempels


Abb. 162. Dach einer Tempelkapelle.

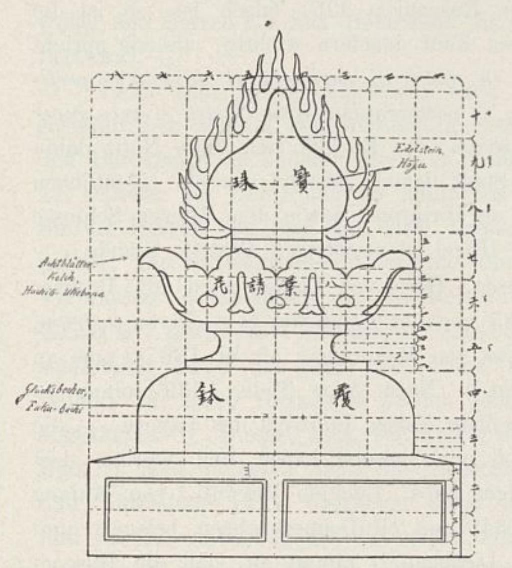
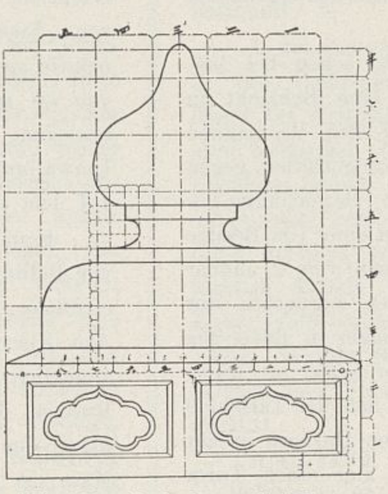


Abb. 163. Dachbekrönung von Tempelkapellen.


Abb. 164. Taubecken mit Bekrönung. Roban.

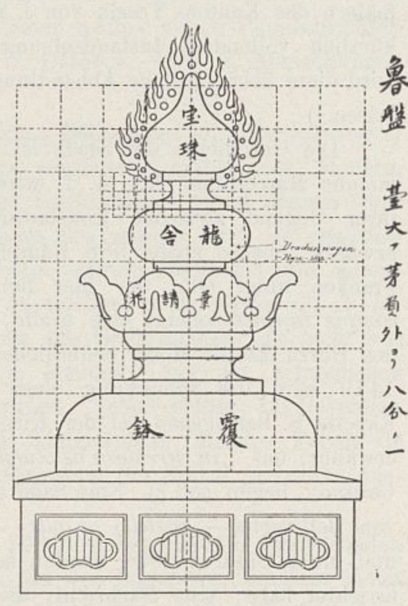

Abb. 165.

Abb. 162 ist zunächst die ganze Dachanordnung in ihrer Umrißlinie und mit dem bekrönenden Taubecken, Roban, vorgeführt, dem wir besonders bei den Turmbauten wieder begegnen werden. Die ganze Bekrönung ist hier in der Regel aus Bronze, seltener aus Ton hergestellt, bei kleinerem Maßstabe aus einem Stück, bei größeren Ausführungen in mehreren Teilen, die regendicht ineinander greifen. Die folgende Abb. 164 gibt die bekrönende Zierform und ihre Maßverhältnisse in größerem Maßstabe wieder, während in Abb. 163 und 165 reichere Formen dargestellt sind. Die Bezeichnungen der einzelnen Gliederungen als Glücksbecher, Fuku-bachi, Achtblätterkelch, Hachiō-Ukebana, und Edelstein, Hōju, mit dem umgebenden Strahlen- oder Flammenkranz (Glorie) sind in Abb. 163, und als Drachenwagen, Ryu-sha, in Abb. 165 an betreffender Stelle vermerkt. Bei den Turmbauten finden Blattkelch, Drachenwagen und Edelstein als obere Endigung der krönenden Turmspitze, Taubecken und Glücksbecher als untere Gliederungen am Fuß der Turmspitze Verwendung und werden in diesem Falle wohl allgemein nur aus Bronze hergestellt.

Dach-deckung. — In bezug auf die Dachdeckung ist zu erwähnen, daß bei angebracht, während die flachen Randpfannen an ihrer Stirnseite eine friesartige Verzierung meist mit einer Füllung von Ranken aufweisen. Bei den Schintotempeln dagegen werden in älterer Zeit niemals gebrannte Ziegel, sondern Reisstroh, Schilf oder Hinokirinde zur Dachdeckung benutzt. Neuerdings wird im Tempelbau beider Richtungen auch Kupferbeplattung häufig angewendet, wobei man die alten Pfannenformen meist ziemlich unverändert in der Kupferhaut nachgebildet hat; man hat dabei nur die halbkreisförmigen Rippen, die den Deckziegeln entsprechen, verkleinert, ihren Abstand aber etwas vergrößert, so daß aus der alten wuchtigen Pfannenform des Ziegeldaches (vgl. die Abb. 166) die zierlichere Form der Kupferbedachung entstanden ist. Auch die bekrönenden Verzierungen und Endigungen pflegt man dann vielfach unter Beibehaltung der ursprünglichen Formen in Kupfer auszuführen. (Fortsetzung folgt.)

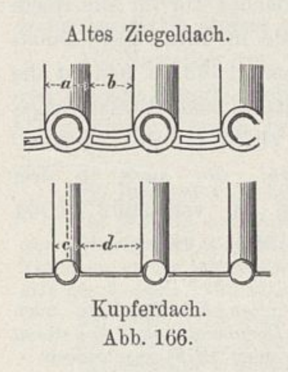


Abb. 166.

Die Schlösser von Bellinzona.

Von Adolf Zeller, Kgl. Regierungsbaumeister, Privatdozent an der Technischen Hochschule in Darmstadt.

(Mit Abbildungen auf Blatt 43 im Atlas.)

Geschichtliches.

Dem Besucher der südlichen Alpenseen wird der Eindruck der mauerbewehrten und trotzigen Schlösser Bellinzonas unvergeßlich bleiben. Inmitten lachender Landschaft ziehen sich drohende zinnenbewehrte Mauern über Ebene und Berge, überragt von drei trotzigen Schlössern; ein unbeschreiblich malerischer Anblick, der wie eine mächtige Welle geschichtlicher Erinnerung den modernen Menschen überflutet und ihn unwiderstehlich in den Bannkreis ritterlicher Zeiten zurückversetzt. Die nachfolgenden Zeilen versuchen dem Leser ein anschauliches Bild über die Baugeschichte dieses eigenartigen Platzes zu geben, dessen Geschichte zuerst ausführlich nach der archivalischen Seite aus den Beständen des Mailänder Archives von Emilio Motta in den Jahrgängen XI, XII, XIII und XIV des *bollettino storico della Svizzera italiana,* sodann auch in den mittelalterlichen Kunstdenkmälern des Kantons Tessin von J. R. Rahn gegeben ist. Die kürzlich vollendete Instandsetzung des Castello Montebello wird diese übersichtliche Abhandlung gerechtfertigt erscheinen lassen.[1])

Die Geschichte der Stadt ist sehr alt; schon bei Ammianus Marcellinus XV. 4. 1 wird 354 eine Schlacht in ihrer Gegend zwischen Konstantinus und den Alemannen erwähnt; ebenso später 588 Kämpfe von Longobarden gegen Franken unter Olo, der hier fiel.[2]) Die Bezeichnung *in campis caninis* scheint eine uralte, denn in einer [im Besitze des Herrn Emilio Motta befindlichen] Urkunde vom 2. Januar 1440 wird die Schenkung eines Geländes zugunsten der Kapelle S. Bartolomeo bei der Kirche S. Biagio in Ravecchia erwähnt, das *„in terratoro de Zubiascho ubi dicitur in Campo Canino“* liegen soll.[3]) Eine Sage erzählt, daß das Talschloß von Bellinzona — *castello grande* — von den Galliern erbaut und unter Cäsar besetzt worden sei, der hier einen Turm errichtet habe; eine Nachricht, die wohl unrichtig ist. Ihr Inhalt spricht für den bedeutenden strategischen Wert dieses Waffenplatzes, der den Schlüssel für Oberitalien von dem Gotthard darstellt, der von jeher diesen Zugang in die südlichen Alpentäler beherrscht hat, und mit der Benutzung der Alpenübergänge ein nicht zu vermeidendes Tor für alle Heere bildete. Neben der unechten Urkunde in Tatti, *degli annali sacri della Citta di Como* vol. I, Como 1663, p. 944 ist die Bedeutung Bellinzonas als Waffenplatz in einer Bestätigungsurkunde Kaiser Ottos II. von 977 (Tatti II, 813) gekennzeichnet durch den Ausdruck *porta,* der auch in drei späteren Urkunden Heinrichs II. und III. von 1002, 1004 und 1055 (Tatti II, 817, 824 und 853) vorkommt.[4])

1) Über Bellinzona hat außer diesen Schriftstellern noch Dr. C. Fratecolla in einem Aufsatze *Documenti per la storia* (*Appendix al bellinconese: Il Gottardo,* anno 1878) geschrieben.

2) Gregor v. Tours lib. X c. 3 und Paulus Diaconus, *De gestis Longobardorum*, lib. X c. 30 ad 590; *Olo autem dux ad Bilitionem hujus urbis* (*Mediolani*) *castrum, in campis situm caninis, importurae arce deus jaculo sub papillo sanciatus, cedidit et mortuus est.*

3) Boll. stor. XI S. 3 Anm. 4.

4) Rahn S. 12.

Eine wohl bessere Nachricht ist die Schenkung an den Bischof Pietro von Como durch König Kedvin angeblich am 25. März 1002 mit der Grafschaft Bellinzona und *„omnem illam partem de castro Brizona, quae ad nostram publicam pertinuit ect.“*[5]) Wichtig insofern, als Bellinzonas Zugehörigkeit zur Jurisdiktion Comos es später zum Schauplatze erbitterter Kämpfe zwischen den Bewohnern Comos und Mailands machte. So besetzten 1242 Mailänder die Stadt und zerstörten das Kastell.[6])

1294 wird Matteo Visconti von König Adolf zum kaiserlichen Statthalter in Mailand ernannt, und Bellinzona kommt unter die Jurisdiktion dieses Hauses; 1303 wird die Stadt von Matteo und Franchino Rusca besetzt und 1307 für 4000 Lire in *denari nuovi* an die Vitani, Herren von Como, verkauft. Obwohl das kaiserliche Diplom (angeblich vom 2. Februar 1311) über die Belehnung des Bischofs von Como mit der Grafschaft Bellinzona nach Lütolf, Regesten und Urkunden der Rusconi p. 325, falsch ist, so ist die Nachricht über den Kauf insofern wichtig, als sie spricht von „Rechten pp. *in castro di Birizona et de toto et pertinentiis spectantibus et pertinentibus ipsis Castro et saxo super quo est ipsum castrum*“.[7]) Es läßt sich diese Notiz dahin auslegen, daß die Stadt damals bestand aus der eigentlichen Umwallung castro de Birinzona sowie dem älteren Schlosse auf dem isolierten Hügel, dem jetzigen Castello grande.

Franchino Rusca, Herr von Como, wird als Besitzer von Bellinzona 1335 genannt[8]) und war es noch von *castrum, civitatem, burgumque* von Bellinzona, als er 1337 Como an Azo Visconti abtrat.[9]) Nach Azos Tode 1339 sollen — angeblich auf Betreiben Kaiser Ludwigs des Bayern — die Rusconi das Schloß noch besetzt haben und wurden dort durch den Nachfolger Azos, Luchino Visconti, vom Anfang März bis 1. Mai 1340 mit elf Donnerbüchsen belagert und überwältigt.[10]) v. Liebenau[11]) nimmt an, daß die Rusconi dem Luchino die Festung Bellinzona mit dem alten Schlosse abtraten, das neue Schloß indessen behalten hätten. Die Befestigungen sollen damals zerstört worden sein;[12]) jedenfalls ist anzunehmen, daß das Castello mezzo auf der Berglehne als neues Schloß zu verstehen ist, im Gegensatz zu dem weit älteren Castello grande, und demnach erst zu Beginn des vierzehnten Jahrhunderts bestanden hat. 1354 macht die Stadt Como ein Anlehen von 1050 Goldgulden, um Bellinzona mit einer neuen Mauer — wohl der jetzigen Stadtmauer — zu befestigen. Nicolao da Orcho quittierte

5) Rahn S. 5, auch Tatti II, 817.

6) Ebenda.

7) Boll. XI S. 5 Anm. 6 nach Rusconi, *Appendice alle memorie storiche del casato Rusca o Rusconi. Documenti etc.* Bologna 1877, p. 7 ff.

8) Rahn S. 13 nach Geschichtsfreund XXXIII, 354.

9) Ebenda XXXIII, 332 und Urk. Nr. 5 p. 355.

10) Boll. XI S. 6 Anm. 1. Das Übergabeprotokoll bei Lutolf, Regesten und Urkunden der Rusconi p. 325. (Donnerbüchse *trabucho* = kurze Büchse mit weitem Rohre).

11) Rahn S. 13 nach Geschichtsfreund XLI S. 197.

12) Rahn S. 13 nach Galvaneus, Opera, Muratori script. XII, 1034.

am 13. Oktober 1358 die Rückerstattung[13]) der geliehenen Summe. Am 13. Oktober 1396 wird von König Wenzel die Stadt Como an die Visconti abgetreten und Bellinzona mailändisch.[14]) Nach dem Tode des Herzogs Gian Galeazzo Visconti 1402 wird das Land unter seine Söhne Giamaria, Filippo Maria und Gabriele Maria geteilt; der zweite behielt Mailand und Bellinzona. Es scheint, daß Gian Galeazzos Tod den benachbarten Herren willkommene Gelegenheit zu Gebietserweiterungen gab; im Einverständnis mit den Rusconis bemächtigen sich die Herren von Sax Bellinzonas und sollen hier die Mauern des Schlosses wiederhergestellt haben.[15])

Durch eine Gewalttat wurde im gleichen Jahre den Schweizern das über den Gotthard auf die oberitalienischen Märkte, z. B. nach Varese, gebrachte Vieh geraubt, wodurch sich erst ein erbitterter Notenwechsel zwischen den Obrigkeiten von Uri und Obwalden und der herzoglichen Regierung in Mailand entspann, in dessen Verlaufe die Schweizer das Leventinental besetzten und dadurch Nachbarn der Herren von Sax in Bellinzona wurden.[16]) Wirren mit diesen führten zu weiteren Machtaufgeboten der Schweizer, so daß 1407 ein Vergleich zustande kam, in welchem die Herren von Sax im Interesse ihrer Sicherheit vor den Herzogen Visconti von Mailand das Bürgerrecht von Uri und Obwalden erwarben, wobei den Herren von Sax Bellinzona als offene Stadt garantiert war.[17])

1413 kam König Sigismund nach Italien, um jenen schmählichen Handel mit Würden in Szene zu setzen, über den Burckhardt an anderer Stelle so treffend urteilt.[18]) Am 11. Oktober ist der König in Bellinzona anwesend, wobei für die Herren von Sax der Titel Grafen von Mesocco abfiel.[19]) Die fortwährenden Übergriffe der Mailänder wegen Viehraubes veranlaßten die Schweizer 1417 Domo, das Eschental sowie die oscelaische Landschaft zu erobern, schließlich 1420 die Stadt Bellinzona nebst Riviera und Bollenz für 2400 rheinische Gulden den Herren von Sax abzukaufen.[20]) Dieser, auch von Kaiser Sigismund bestätigte Kauf[21]) fand indessen nicht die Anerkennung der Visconti, und Karfreitag 1421 überfielen diese heimlich Bellinzona und Ossola, vertrieben die Schweizer und nahmen das Land bis zum Gotthard in Besitz. Der Versuch eines aus den Kantonen Uri und Obwalden, sowie durch Mannschaften aus Zug, Glarus, Schwyz und Zürich gebildeten, etwa 3000 Mann starken Heeres, das Tessintal wieder zu erobern, schlug fehl; am 30. Brachmonat (Juni) 1422 schlug der Mailänder Feldherr Francesco Bussone di Carmagnola mit 24000 Mann bei Arbedo die Verbündeten, wobei diese hervorragende Führer und 470 Mann verloren, deren Namen uns die alten Jahrbücher teilweise erhalten haben.[22]) Die Einnahme von Bellinzona durch F. M. Visconti scheint der Stadt schweren Schaden zugefügt zu haben, denn dieser erläßt den Bürgern auf 15 Jahre die Steuern, setzt 100 Armbrustschützen *(balestrieri)* ein und baut die Mauern wieder auf.[23]) Carmagnola, der 9000 Mann verloren hatte, zog sich nach Bellinzona zurück und benützte die günstige Zeit, um die Befestigungen zu verstärken.[24]) 1425 wird Carmagnola von den Eidgenossen in Bellinzona allerdings ohne Erfolg belagert.[25]) Im Frieden vom 21. Juli 1426 fällt Bellinzona durch die Geschicklichkeit des Mailänder Unterhändlers Poppo dauernd in den Besitz der Visconti,[26]) um dann 1450 in den seines Nachfolgers, des früheren Feldhauptmanns Francesco Sforza überzugehen, der sich mit der Tochter Bianca Maria des F. M. Visconti seinerzeit vermählt hatte. Die damals erfolgte Bestätigung der alten Gesetze und Gewohnheiten der Stadt Bellinzona enthält den Satz: „*quia terra ipsa multis indiget reparationibus, quia terra ipsa inqua magna pactae habet muros bassos et sine multa fossa et sic terra ipsa jacet sub continuo pericullo scalamenti*“.[27]) Aus dieser Zeit der Visconti haben sich im Comer Archiv einige Baunachrichten erhalten.[28]) 1429, den 7. Oktober, wird in Abmachungen bestimmt:

1. die dauernde Belegung Bellinzonas mit 100 *balestrieri;* 2. die Verbesserung der niedrigen, grabenlosen Mauern, damit bei Kriegsgefahr die Leute darauf gehen können *(qui sunt basissimi et sine fossa pro majori parte ac custodias existentes circum circa terram vestram Birinzone* und *currere ad et super muros ipsos ad tutellam et defensionem);* 3. für diese Arbeiten werden, da die Bellinzonesen sie nicht aus eigenen Mitteln herstellen konnten, aus der herzoglichen Kasse 1000 Gulden angewiesen. Schon vorher, im November 1429, werden durch die Unternehmer Meister Petrus de Lugano und Vidalus de Birinzona für 800 fl. Arbeiten ausgeführt.

April 1430 wurden 100 Lire bewilligt für Eisenarbeiten in Bellinzona und im Juli an den Ingenieur Tommaso Mossa weitere hundert Lire zur Herstellung einer Wurfmaschine (*bricolam unam in castro hoc magno)* auf Castello grande.

Neben unbedeutenden Geldausgaben erscheint im August 1431 eine solche für Gehalt an den „*ingignierius Mag*ro *Johannes de Burgo*“, der nach Bellinzona beordert ist, „*pro certis bucolis*[29]) *ibidem expediendis*“.

Als Kastellan von Castello piccolo ist Zanono de Corni, von Grande Zannino della Riva; als Konstabler von Bellinzona Giov. Pietro d'Incisa genannt.

---

13) Boll. XI S. 7 Anm. 1 nach Piadeni Dr. F. Effemeridi Comensi, Como 1884, p. 48. Die Quittung in *Archivio civico di Como, Vetera Monumenta* I, fol. 134.

14) Rahn S. 7 nach Geschichtsfreund XLI, p. 192.

15) Boll. XI S. 6 Anm. 2 nach Ballarini (*Cronache di Como,* parte 3ª, 1619, p. 305), wobei die Notiz erwähnt wird „*facendovi fabricare l'altra torre che fu l'anno 1402*“. Es handelt sich hier wohl um den kleineren und schmächtigeren Turm des Castello grande, den sogenannten *torre bianca.*

16) Vgl. Josef Businger, Geschichte des Volkes von Unterwalden, Uri und Schwyz. Luzern, Meyer 1827, I, S. 328—330. B. Giovio setzt als Besetzungszeit 1400 an.

17) Ebenda und Boll. XI S. 6. Über diesen Vertrag sieh Boll. XI S. 11 in *I Sax Signori e Conti di M e socco* von Dr. F. v. Liebenau.

18) Burckhardt, Kulturgeschichte I S. 17, 18.

19) Boll. XI S. 12 nach Tschudi, Chronik II, 121 usw.

20) Siehe darüber Boll. XI S. 14 u. 15.

21) Businger I S. 346.

22) Businger I S. 349, 350.

23) Boll. XI S. 5 Anm. 1 „*riedifico, per dar lavoro, le mura che diroccavano*“ angeblich 1420. Es scheint sich hier um ein Versehen in der Jahreszahl zu handeln, denn Bellinzona selbst wurde erst am 4. April 1422 überrumpelt. (Vgl. auch Rahn S. 13.)

24) Rahn S. 13 nach v. Liebenau, Archiv XVIII, 220.

25) Businger I S. 351.

26) Businger I S. 351.

27) Boll. XI S. 9. — *scalamento* ersteigen mittels Leiter.

28) Boll. XXV p. 101 ff.

29) *bucola.* Die genaue Bedeutung des Ausdruckes ist schwer festzustellen; *bucculae* waren die Lefzen oder Backen der Röhre an der Catapulta. Vitruv X, 15. Vgl. Scheller, Großes Wörterbuch. 1804. I. S. 1302.

1433 wird neben kleineren Reparaturen am 17. November erwähnt, daß dem Girardolo de Nato 106 l. 10 soldi auszubezahlen sind, „*qui perficere habet murum diruptum*“.

1435 wird die Brücke am Castello grande repariert. Francesco Alberti verlangte von dem *referendario* zu Como das dazu nötige Geld, 11 k. lire und 13 soldi!

Hiermit schließen die Nachrichten über Bellinzona aus der Zeit der Visconti.

Die Bellinzonesen hatten besondere alte Vorrechte: sie durften einen Schloßhauptmann (*castellano*) von Rechtschaffenheit und ghibellinischer (kaiserlicher) Partei haben (*et de genere gibellinorum et non de genere gelforum aliquo modo*), ebenso einen guten Geschützmeister (*un buon bombardiere* = Bombardier); im Kriegsfall sollten die Schloßhauptleute die Einwohner mit Munition versehen, an der es niemals mangeln dürfe usw.[30]

Außer den Schloßhauptleuten, den sog. Kastellanen der beiden Schlösser, standen in Bellinzona noch zwei Konstabler (*due conestabili*)[31] an den Toren, die Sold für fünfzig Armbrustschützen (*balestrieri*) bezogen. Die Vorschriften über Ausrüstung, Verpflegung usw. waren sehr eingehend aufgesetzt, wenn sie auch, wie aus den vielen Klagen der revidierenden Beamten hervorgeht, nicht immer eingehalten wurden. So verordnete der Herzog am 6. Dezember 1469 unter anderem, wieviel an Nahrung und Kleidung für jeden Mann und für ein Jahr ausreichend vorhanden sein müsse.[32]

Diese Vorschriften bilden den vierten Artikel einer Instruktion, die der Herzog am 6. Dezember 1469 von Viglevani aus an den Kastellan des Schlosses Montebello erließ und die eigenartige Streiflichter auf die damalige Zuverlässigkeit der herzoglichen Diener wie auch auf die damals herrschende Furcht der Gewalthaber vor fremder Gewalt warfen. So wird z. B. dem Kastellan bei Todesstrafe auferlegt, nur den Befehlen des Herzogs oder seiner rechtmäßigen Nachfolger, die er entweder mündlich von ihm selbst oder durch mit herzoglichem Siegel und Gegensiegel versehenes Handschreiben eines der herzoglichen Sekretäre erhält, zu gehorchen. Er durfte niemand, der sich selbst durch vorgezeigte Briefe oder Gesandte auswies, in die Festung einlassen, außer daß ihm die Erlaubnis dazu in vorerwähnter Weise vom Herzog selbst zukam. Wurde einer eingelassen, so durfte niemals ein zweiter dazukommen, bevor der erste wieder fort war (wohl aus Furcht vor Überrumpelung des Kastellans). Die Soldaten durften nicht aus einem Umkreise von 20 Meilen um Bellinzona herum gebürtig sein, noch irgend welche Verwandte, Freunde oder sonstigen Anhang da haben; sie durften die Festung nicht verlassen und über Nacht nicht weg bleiben usw.[32]

Dem Herzog war es sehr um einen guten Zustand der Mauern der Stadt und der Schlösser von Bellinzona zu tun. Es sind darüber zahlreiche Nachrichten vorhanden. 1457 schreibt ihm ein Bevollmächtigter namens Hermano Zono ausführlich über die Festung, über ihre Umgebung, die Wege ins Ausland usw. und sagt unter anderem:[33] Die Mauer um Bellinzona, ohne die der beiden Kastelle, hat 498 Zinnen (*merli*); vom Castello grande geht bis zum Tessin eine etwa 1000 Ellen lange, schöne Mauer mit 297 Zinnen, auf ihr sind 16 Wächtertürmchen (*torexini*[34]) *con li bechadelli de fuora*),[35] mit Konsolen im Äußeren. Ein schönes Tor mit Revelino[36]) liege nahe unter genanntem Kastell; die Mauer selbst sei gegen den Tessin zu auf etwa 150 Ellen Länge weggerissen und verfallen usw. Sodann erwähnt er, daß auf dem das Castello Montebello beherrschenden Sasso Corbaro einst zur Zeit des berühmten ersten Herzogs, des Gian Galeazzo Visconti, ein sehr starker Turm gestanden habe. Am Ende seines Schreibens beklagt Zono, daß ein Seitenarm des Tessins, der Ticinello, in die Murata ein großes Loch gerissen habe und sehr bedenklich das Tor und die Mauern Bellinzonas bedrohe usw.[37]

Lange vor dem obengenannten Hermano Zono inspiziert 1458 Giovanni da Pietrasanta, ein herzoglicher Seitenverwandter (*collaterale*), Bellinzona und berichtet unter anderem: daß 300 fl. aus dem Holzzoll zur Verfügung stünden, um die Schlösser zu reparieren, von denen das *castello picino* (Montebello) so baufällig sei, daß nachts sich keine Soldaten darin aufhalten könnten.[38] Ähnliches schreibt am 17. Januar 1458 der Kastellan Giovanni da Landriano an den Herzog über Castello grande, das bald repariert werden müsse, da jeden Tag Bauteile von Häusern, Mauern und Treppen abstürzten, so daß man bald nicht mehr darin wohnen könne.[38]

Der berühmte Architekt und Konstrukteur Aristotele Fioravanti berichtet gleichfalls, auf einer Inspektionsreise der herzoglichen Festungen Bellinzona, Domodossola, Como usw. begriffen, aus Bellinzona am 28. Mai 1460. Er ordnet sofortigen Beginn der Arbeiten, zu denen 1000 fl. Holzzoll vorhanden seien, an.[39]

---

30) Boll. XI S. 8.

31) Boll. XI S. 9. — *conestabili*, Titel der Milizenführer (von *Comes stabuli*).

32) Boll. XI S. 53 ff. Die Verpflegung sah vor f. d. Mann und Jahr: drei *moza* (Scheffelmaß — jetzt *moggio*) Getreide, vier *starina* (Hohlmaß, lat. *starium*, *stara*, *sextarius* — vide du Cange) Kornmehl, ein *stara* Gemüse, ein *stara* Salz, sechs *brente* (Weinfaß, etwas größer als das 50 kg haltende *barile* — vide: Bulle) Wein, eine *brente* Essig, ein *peso* (Gewichtsbezeichnung im Zusammenhange mit Gegenständen) Öl, ein *peso* gesalzenes Fleisch, ein *peso* Käse, zwei Lichter, ein Paar Strümpfe, zwei Paar Schuhe, ein Wagen Holz.

33) Der ital. Text in Boll. XI S. 53, der sehr interessant ist, lautet im Auszuge: *primo: li merli che sono sul muro, circha la terra de Berinzona senza quilli delo castello, sono a numero quatrocentonovantocto. Item sotto, et appresso al Castello grande verso il Ticino, nullhora, gliè una bellissima murata, la quale dura de dicto castello infino al Ticino, longa braza mille, vel circha: Et ha merli ducentonovantasette, et in dicta murata gli sono torexini sedice, con li bechadelli de fuora: Et ha una bella porta, appresso et sotto de dicto Castello grande, con lo suo revelino: Et in fondo verso et presso il Ticino, cè dirupata et cascata dicta murata, per spatio de braza centocinquanta: Et in quello logho bisognaria reparare dicta murata, de muro, o de pallato de lignamo, per minora spesa. Bisognaria anche fare in dicta murata, duy torexini, luno appresso la porta predicta, laltro in fondo dessa murata, appresso il Ticino, con le bombardere sue necessarie, et questo per deffesa de la murata predicta.* Usw.

34) Der Ausdruck *torexini* ist wohl derselbe wie (vide du Cange) *torrexanus* = Wächterturm, d. h. wohl ein erkerartiger Ausguck. Die jetzige — übrigens jüngere — *murata* zeigt nirgends Spuren solcher etwa massiver Anlagen.

35) Der jetzige italienische Ausdruck lautet *beccatello*, Kragstein, Sparrenkopf oder Konsole; gemeint sind die Kragsteine, auf denen die Zinnen (*merli*) sitzen.

36) *revellino*, jetzt *rivellino*, Ravelin, Wallschild, Vorschanze.

37) Über Bellinzona und seine Befestigungen gibt Boll. XI S. 55 weitere Notizen: danach sind Nachrichten vorhanden von Giovanni Francesco Oliva an den Kanzler Ambrogio Perego (5. Kal. Decembris 1478); *Maccaneo* oder *Domenico della Bella* von Macagno, Poet und Literat am Hofe von Turin, in einer Beschreibung des *Lago maggiore* und seiner Umgebung; Leandro Alberti in seiner *Descripzione dell Italia* (Bologna 1580, p. 440); beide Autoren sprechen von 16 Stadien langen, 7 Fuß dicken Mauern, letztere werden dem Ludovico Sforza zugeschrieben usw.

38) Boll. XI S. 56 u. 57.

39) Boll. XI S. 98.

Das Tor in der Murata nächst dem Castello grande (*torre al portone*) wird genannt in einem Schreiben des Herzogs vom 17. Mai 1461 an den Verwalter (*caneparo*)[40]) des Holzzolles Vanetto da Codeborgo: um den Preis von 10 Dukaten ist das Tor verschließbar zu machen (*delle porte del dicto portone cum le serature, ciave, cadenazi in numero che se possano serare la sira* etc.).[41])

Ein Jahr später, Anfang 1462, kam ein herzoglicher Vertrauter (*famigliare ducale*) namens Lorenzo da Corneto nach Bellinzona und ließ durch einen Sachverständigen, den Ingenieur Danesio dei Maineri, die notwendigen Arbeiten feststellen.[42]) Aus einem Briefwechsel des Herzogs mit dem Grafen Franchino Rusca, Herrn von Locarno, in dessen Gebiete Marmor (d. h. Kalkstein) zu den Bauten gebrochen werden sollte, geht hervor, daß noch im Juni 1462 die Arbeiten in vollem Gange waren. Rusca verbot nämlich das Brechen von Steinen in seinem Gebiete, das zu erleichtern ihm nunmehr der Herzog von Mailand befiehlt.[42]) 1463 ist Bernardo da Breggia, der Sohn des berühmten am Comer Dom tätigen Architekten Pietro da Breggia oder da Como, in Bellinzona, um für die Arbeiten Gelder, die vom Herzog geschickt werden, in Empfang zu nehmen; zu gleicher Zeit wird dem bellinzonesischen Kommissär geschrieben, daß ein gewisser Vanetto, der von Bernardo genau angewiesen ist, mit den Arbeiten am Castello mezzo betraut wird.[43])

Großes Aufsehen erregt die gewaltsame Durchbrechung der sogenannten *murata* durch böswillige Hände; nach Ansicht des Kommissärs Bartolomeo Caimi eine Tat von Schmugglern, die den Salzzoll umgehen wollten.[43])

Die Arbeiten am Castello mezzo konnten aus Geldmangel nicht beendigt werden; ein *revelino*, das der Ingenieur Danesio Manieri dort hatte errichten lassen, blieb unvollendet.[44]) Der Kommissär Zanotto Visconti schrieb am 18. April 1466 über dieses Kastell nach Mailand[44]): daß weder Zinnen noch geeignete Treppen vorhanden seien, im inneren Zwinger[45]) des Kastells sei keine Wohnung; für die beiden Tore, die in ihm gegen Bellinzona lägen, sei zur größeren Sicherheit des Kastellans ein *revelino* nötig usw.

Die stets drohende Kriegsgefahr mit den Schweizern wurde im nächsten Jahre auf diplomatischem Wege beseitigt; ein Staatsvertrag nach dem Vorbilde Frankreichs zwischen Mailand und den Eidgenossen sicherte gegenseitigen Handel und Durchpaß; das Livinental wurde an Uri abgetreten.[46]) Die Arbeiten an den Befestigungswerken wurden indessen nicht unterbrochen; der Herzog gestattet durch Schreiben vom 8. August 1467 den Bellinzonesen, zur Fertigstellung des im Bau befindlichen Revelins am Tore von Codeborgo den Holzzoll der nächsten drei Jahre zu verwenden.[46]) Es ist darunter das jetzt verschwundene ehemalige Tor *porta ticinese* der nordöstlichen Stadtumwallung, durch das der Weg nach der Schweiz führte, zu verstehen. Dieses Tor wie die Mauer waren durch die Überschwemmungen eines kleinen Ticinarmes so bedroht, daß der Herzog am 27. Februar 1469 dem Kommissär von Bellinzona befiehlt, Schutzmaßregeln gegen diese Gefahr anzuordnen.[47])

Trostlos sah es damals im Castello grande aus. Der *vicecomes* Sacramorus berichtet am 16. Juli 1472, daß das Schloß nicht nur sehr schlecht mit Schießbedarf und Lebensmitteln versehen sei, sondern daß auch die Festung an verschiedenen Stellen ausbesserungsbedürftig wäre; *castello picino* (Montebello) sei gut in Stand. Er beanstandet, daß ein großer Teil der Mauer von Bellinzona ohne *corradori* ist, und rät, diese bald herzustellen. *Ho trovato una bona parte de le mure de questa terra senza corradori. Ho confortato questi homini ad fare dicti corradori suxo li bechadelli in volta per fare una spexa per sempre mai, et aciò non habiano ogni volta ad fare gradize per dicti corradori etc.*[48]), d. h. er hat einen großen Teil der Mauer ohne Laufgänge vorgefunden und rät den Bellinzonesen, diese zugleich mit den Zinnen herzustellen, um nur einmal eine Ausgabe zu machen, während sie jetzt jedesmal Faschinen für die genannten Laufgänge machen müßten.

Auch der an Stelle der Brüder Landriano neu einziehende Kastellan Lando da Casale beklagt in einem Schreiben vom 30. Oktober 1472, datiert *ex castro magno bellinzone*, den traurigen Zustand des Castello grande in bezug auf *husci* (*usci* = Türen), *schale* (Treppen), *corradore* (Laufgänge) und *mantelite* (d. h. Läden, die, um eine wagerechte Achse zwischen den Zinnen drehbar, die Scharten deckten).[49]) In den Palast regne es hinein, die Mauer zerfiele stückweis. Ebenso könne man aus Mangel an Laufgängen und Läden die *ponti levatore et porte* (Zugbrücke und Tor) nicht verteidigen, und er erwähnt als drastisches Beispiel der Baufälligkeit des Schlosses, daß einem seiner Angestellten, den er zur Wache auf den Turm schickte, die Treppe unter dem Leibe zusammengebrochen sei, so daß man ihn für tot hielt![50])

Die trotz des Vertrages gespannten Beziehungen zur Schweiz veranlaßten den Herzog im August 1472 neben Schießbedarf und Lebensmitteln 25 Fußsoldaten *(fanti)* und später 25 Büchsenschützen *(schioppettieri)* und einen Geschützmeister *(bombardiere)* in der Person des tüchtigen Meisters Giacomo da Parigi nach Bellinzona zu schicken.[51])

1473 geschah das lang Vorausgesehene; ein Windstoß warf einen Teil der Mauer des Castello grande um, wobei durch den Einsturz die Mauer nicht nur 25 Ellen auseinandergerissen, sondern auch tiefer liegende Mauern, wie die Brückenmauer des Revelins vor dem Tore, zerschlagen

40) *caneparo* hießen im Mailändischen die Verwalter der Staatseinkünfte.

41) Die Fachausdrücke dieser Stelle sind: *serature* = *seratura, serratura* alles zum Verschluß notwendige, nämlich: *ciave* = *chiave* Schlüssel und: *cadenazi* = *catenaccio* eiserne Querstange, Sperrkette oder Riegel; auch Vorhangschloß. (Boll. XI S. 90.)

42) Boll. XI S. 100.

43) Boll. XI S. 102.

44) Boll. XI S. 103.

45) Boll. XI S. 103. Der vollständige Satz heißt: *in la prima ghirlanda desso castello, non hè veruna habitanza, in la quale possa stare veruna persona ad habitare per defensione delo castello, et revelino; in essa ghirlanda gliè duy portelli etc.*, d. h. es handelt sich um den ersten, sogenannten inneren Zwinger.

46) Vgl. Businger I S. 373. Boll. XI S. 137, 138.

47) Boll. XI S. 138.

48) Diese Stelle ist sehr beachtenswert: die Mauer war ohne Zinnen und Laufgänge, im Notfalle wurden diese durch Faschinen (*gradice de vimine*) ersetzt; er rät, um öftere Ausgaben zu sparen, beide — Zinnen wie Laufgänge — auf einmal massiv hoch zu führen. Vgl. auch Anm. 91. *corradori* jetzt *corridore* — Gang, Laufgang; *gradice* = *gradicia* Bündel (du Cange); später wird es mit *gradice de vimine* = Bündel aus Weidenruten (Faschinen) genauer erklärt.

49) Vgl. Piper, Burgenkunde S. 349.

50) Boll. XI S. 141.

51) Boll. XI S. 141 nach Registro Missive Nr. 105 anno 1472 (*archivio Milano*) data 26. August.

und in das Revelin heruntergestürzt wurden. Das Ereignis machte tiefen Eindruck auf den Kommissär und die Bürgerschaft Bellinzonas, dem sie in einem Berichte an den Herzog vom 10. Oktober 1473, vier Tage nach dem Unglücksfall, in einem sehr umständlichen Latein Ausdruck geben.[52]) Der Herzog ordnet schon am 14. Oktober 1473 von Pavia aus den sofortigen Wiederaufbau der zusammengestürzten Teile an. Indessen kam der Winter dazwischen, so daß noch am 24. April 1474 nichts geschehen war; am 13. Mai 1474 kommt der Militäringenieur Maffeo da Como aus Novara nach Bellinzona und berichtet dem Generaldirektor der öffentlichen Arbeiten, Bartolomeo Gadio, über den Befund. Er lautet sehr trostlos. Unter anderem wird ein Haus, *palazzo* genannt, erwähnt, dessen Dach wegen drohender Einsturzgefahr entfernt worden war. Die 30 Ellen *(braza XXX)* hohen Mauern hängen eine Elle über und können durch ihren Einsturz die Schloßmauern zerschmettern. Maffeo schlägt vor, diese Wände um 6 Fuß zu erniedrigen und drei *barbacani de foravia*[53]) zu machen, wie es schon Danesio vorgeschlagen habe. Ebenso gefährlich sei ein Türmchen *(campaneletto)* ohne Glocke, das — ebenfalls überhängend — drohe, die Mauer über dem Toreingang zu zerschmettern, und das man zur Hälfte abreißen solle.[54]) Auf Vorschlag des Gadio befiehlt der Herzog am 23. Mai 1474 von Pavia aus, die Arbeiten zu beginnen. Obwohl der Holzzoll der nächsten drei Jahre dafür vorgesehen war, reichten diese Mittel doch lange nicht, und die Arbeiten gingen nicht vorwärts, namentlich infolge des mangelnden Entgegenkommens der Stadt und der Saumseligkeit der Beamten, über die sich der Kastellan Lando mehrmals bitter beklagt.[55]) Auch der Kommissär Vicecomes Azzo Visconti berichtet gelegentlich einer Besichtigung am 15. Mai 1475 nichts Gutes; Castello grande sei in den inneren Wohnungen ganz heruntergekommen, weder Bretter noch Hölzer oder sonstiges Material zu Ausbesserungen da, auch keine Laufgänge und Läden vorhanden. Im übrigen schlägt er vor, den Sasso Corbaro, der das Castello mezzo beherrscht, durch einen Turm, wie es früher war, zu befestigen, um den Durchgang der Feinde an dieser Stelle zu erschweren.[56]) Ebenso erwähnt er in einem zweiten Schreiben vom 29. Mai 1475, daß „benachbart dem Castello grande ein Festungstor sei; man solle dessen Mauern erhöhen, gewisse Türme (torrete), eine Zugbrücke und ein Revelin errichten, da das Tor der gefährlichste Punkt dieses Landes sei.“[57]) (Er meint damit zweifellos das Tor von Codeborgo, das den Angriffen der Schweizer am meisten ausgesetzt war.)

Interessant ist in einem Briefe des Gadio an den Kanzler Simonetta in Mailand zu lesen, daß Arbeiten, die ein Bellinzoneser Meister im Jahre vorher zu 3 soldi 6 denari ausführte, jetzt nur 1 soldi 3 denari kosten.

Die fortwährend unsichere Lage bestimmt die Bellinzonesen, am 30. Mai 1475 vom Herzog Unterstützung zur Verteidigung zu erbitten, *quia in ista terra sunt pauce munitiones pulveris, a bombardis et zarbatanis seu sgiopetis, varetonorum et gavetarum pro cordis balistrarum fiendis etc.*, so möge er diese besorgen; da auch keine *springarde* vorhanden sind, so erbitten sie *springardas sex cum suis furnimentis;* außerdem wird noch eine Aufstellung aller notwendigen Reparaturen und Anschaffungen, die Azzo Visconti für notwendig erachtet, beigelegt. Auch eine Musterrolle, sowie Verzeichnisse aller Waffen- und sonstigen Vorräte sind aus dem gleichen Jahre vorhanden.[58]) Es sind im ganzen 197 Waffenfähige, die in vier Geschwader geteilt waren; das erste auf Castello grande und der Mauer von da über das Tor von Codeborgo bis Montebello; das zweite auf dem Mauerzug von Castello grande bis *porta nuova* (jetzt *porta Locarno*) und *porta caminata* (jetzt *porta Lugano*); das dritte auf Castello Montebello und der Mauer bis *porta Caminata;* das vierte endlich, aus dem Kommissär, Konstablern und sonstigen Amtspersonen und Einwohnern bestehend, war auf der *piazza* vereinigt, um je nach Bedarf auf die Mauern als Reserve geschickt zu werden.[59])

Am 6. Juli 1476 wird dann erwähnt, daß die Schloßmauer des Castello grande jetzt $1^1/_2$ Elle stärker als die frühere und gut repariert sei.[60]) Auf Montebello indessen waren die Arbeiten nicht so vollendet, wie es die Umstände wohl for-

52) Boll. XI S. 210.

53) *barbacane* Außenwand; in diesem Falle scheint es, da *barbacane* auch Schießscharte heißt, sich um Einbrechen von solchen gehandelt zu haben.

54) Boll. XI S. 211.

55) Boll. XI S. 212.

56) Boll. XI S. 252.

57) Boll. XI S. 253.

58) Die Zusammenstellung des Verteidigungsmateriales ist hochinteressant. Vgl. Boll. XI S. 257 ff. Neben der genannten Einteilung der Verteidigungsmannschaft finden wir eine gedrängte Übersicht wünschenswerter Reparaturen, auf die auf Seite 256, 257 verwiesen sei. Die Mannschaft ist mit Namen einzeln aufgeführt, die Waffen usw. genau inventarisiert. Die hauptsächlichsten Ausdrücke seien hier erläutert. (Vgl. über diesen Gegenstand auch *Angelucci, Documenti inediti per la storia delle armi da fuoco italiane,* Turin 1869.) *bombarde,* Bombarde, Donnerbüchse, schwere Artillerie, die mehr für Belagerungen diente, auseinandergenommen, samt ihrer Munition auf Wagen geladen, umständlichen Transport verursachte. Die eigentlichen Kanonenrohre waren auf Blöcke (*ceppi*) montiert. Die Geschütze hatten besondere Namen, so die auf Schloß Missoco im Inventar von 1503 genannten: „*la triulza*“, „*mixocha*“, „*la furiosa*“. Vgl. auch Boll. XI S. 249. — *spingarde* und *spingardelle*: kurze Kanonen, die je nach Kaliber von $1^1/_4$ bis 6 Unzen, sowie 1 bis 6 Pfund schwere Kugeln schossen. Zu jedem Geschütz gehörten 100 Kugeln. Ursprünglich waren sie ähnlich wie die Bombarden auf Balkenlager (*inceppate*) oder auf einer niedrigen Konsole ohne Räder (*ceppo* genannt) befestigt. Die bronzenen kleinkalibrigen bestehen aus einem Stücke und sind Vorderlader; sie wurden mit Seilen (*corde*) auf Böcken (*cavaletti*) befestigt und im Gleichgewicht gehalten. — *Zarbatane, zarbatane de ferro* eine sehr lange, kleinkalibrige Flinte, nach Angelucci (*Gli schioppettieri milanesi nel XV. secolo, in Politecnico di Milano* pag. 151, vol. XXIV, fasc. II, 1865) im Gebiet der oberitalienischen Seen noch heute für die Entenjagd gebräuchlich. *Schioppo*-Flinte, von Bronze, Eisen oder Messing, kleinkalibrig, mit Rohr auf Holz montiert (*immanicati, immanegati* — mit Kolben versehen), mit Anschlag für die Schulter und Ladestock (*ferro, ferri*); kleinere derartige Waffen heißen: *Schioppetti, sciopeti; con suoi fornimenti* (mit Zubehör). — *Stambecchina* eine Armbrust des berittenen Armbrustschützen (*stambecchino*). — *archibugi, falconi, falcino,* jetzt *falcone* Falkonet, eine leichte Kanone nach Art der *spingarden*; größere Kaliber als Flinte mit eisernem Rohr, etwa 20 g schwere Kugeln. Die größeren *archibusoni, archibusi da muro* Wallbüchsen und *archibusi da forcella* Gabelbüchsen genannt, wurden in die obere Gabel einer in die Erde gesteckten Stange gelegt. — *organetti* (*organo*) Orgelgeschütz.

59) Neben den Feuerwaffen ist die sehr verschiedenartige Bewaffnung der einzelnen Männer mit Panzern, Schilden, Armbrüsten usw. aufgezählt. Es kommen folgende Ausrüstungsstücke vor: *corazza, corazine, coperte* und *discoperte* offene und geschlossene Brustpanzer aus zwei Teilen. — *panzere* jetzt *pancerone* Leibpanzer. — *celate* jetzt *celata* Sturmhaube; Helm ohne Kamm. — *baliste, balistra* eine Art Armbrust; zu ihr gehörten als Zubehör: *gavetani* (*gavetta*) Schnurstreifen zu Bogenschnur (*corde*), und *veretoni, varetoni* spießartige Pfeile, die man aus der Armbrust schoß. — *partexane* Partisane, Lanze, Hellebarde. — *giavelline* (*giavelotto*) Wurfspieß. — *lanzie* (*lanzia*) Lanze. — *tarchoni* (*targoni*) Schild; desgl. *Giorgiarino, Giorgeretta, goletta* Gurgelteil des Kopfpanzers, mit der obengenannten Haube zusammenhängend, *celata da in castro* genannt. — *Pichoni de ferro* (*piccone*) Pickel. — *zappe de ferro* (*zappa*) Harke.

60) Boll. XII S. 2.

derten; sein Kastellan Galeazzo Visconti beschwert sich beim Herzog: der Schall der losgefeuerten Bombarden vermöge die Mauer gegen die Schweizer Seite hin umzuwerfen (!), der vom Ingenieur Vanetto erbaute Torturm und die Zugbrücke seien ungeschützt, die Laufgänge so schlecht, daß wegen Baufälligkeit demnächst keine Wachen mehr passieren könnten, in der Zisterne kein Wasser[61]) (1. Juni 1476).

Waren seither die notwendigen Unterhaltungsarbeiten der Festung Bellinzona immerhin nur langsam erfolgt, so wurde jetzt angesichts der glänzenden Erfolge der Schweizer bei Granson und Murten und der dadurch sehr drohenden Kriegsgefahr die Bewehrung und Ausrüstung der Stadt und der Kastelle bedeutend gefördert. Die Bellinzonesen erbaten vom Herzog bedeutende Unterstützungen; Mehlvorräte wurden herbeigeschafft, ein neuer Bombardier angestellt; die Bürgermeister von Mendrisio und Lugano stellten Listen aller Waffenfähigen auf usw.[62]) Aus dieser Zeit existiert eine am 25. Februar aufgestellte Liste, die die Vorräte an Wasser, Munition und Proviant in Castello Montebello sowie in dem Castello grande enthält, aus denen interessante Einzelheiten über die damals üblichen Waffen usw. ersehen werden können.[63])

Am 26. Dezember 1476 wurde Herzog Galeazzo Maria Sforza vor dem Portal der Kirche St. Stefano in Mailand ermordet, nachdem er kurz vorher noch am 13. gleichen Monats den Bellinzonesen die schon von seinen Vorgängern gegebenen Freiheiten bestätigt hatte. Die herrschende Unsicherheit ließ eine sofortige Verstärkung der Feste rätlich erscheinen, denn es waren damals auf Castello grande nur 4 *balestrieri* und 41 *schioppettieri,* in Montebello 6 *balestrieri* und 4 *schioppettieri,* zu denen im Februar 1477 noch 45 Fußsoldaten *(fanti)* kamen. Diese Truppen wurden nach dem Vertrage von Mailand (1. September 1477) zurückgezogen. Unter dem neuen Podesta Carlo da Cremona, der seit 5. Mai 1477 in Bellinzona weilt, kamen, durch herzogliches Schreiben vom 11. März 1477 angemeldet, der Festungsingenieur Maffeo da Como und Bartolomeo da Sala, welch letzterer über die Gefährlichkeit des schon genannten Ticinarmes (des *ticinello*) berichten sollte. Über die Arbeiten selbst schreibt Giuliano da Varese, der Baugelder nach Bellinzona gebracht hatte, nach Mailand und rät sehr, den Sasso Corbaro zu befestigen (29. Juni).[64]) Am letzten August 1477 wird angegeben, daß von den 2500 Dukaten Baugeld 2000 verbraucht seien, die zur Vollendung der begonnenen Arbeiten genügten. *Solo li restarà fare li coradori dala torre de Montebello al castello piceno e lo redopiamento del dito castello etc.*[65]) In einem Bittschreiben[66]) des Bartolomeo da Bologna vom 21. September 1477 wird der Einsturz eines Teiles der Ringmauer an Castello piceno gemeldet, worüber vom Herzog am 26. September 1477 eingehender Bericht angeordnet wird. Der Kommissär Carolo da Cremona berichtet am 23. November 1477 mit dem Vorschlage, dem Bernardo da Como die Herstellung eines Turmes in einem Loche der Mauer am Tessin und die Ausführung der Fundamente eines Turmes an der Ecke des Castello piccolo zu übertragen.[67]) Unter dieser Anlage ist der Eckturm *F* zu verstehen, der stumpf mit seiner Mauer an das Wirtschaftsgebäude anstößt (vgl. Text-Abb. 17).

1478 sind Bauarbeiten im Gange, indessen infolge mangelhafter Bezahlung herrscht solche Aufregung unter den ausführenden Meistern, daß die Arbeiten nicht vorwärts gehen.[68]) Obwohl noch am 10. Oktober der Kommissär schrieb, daß Landleute die Gärten der Stadtmauer reinigten *(per lo spazzamento delle fosse delle mura del borgo),* beklagt schon am 14. November der Bürgermeister *(podestà)* der Stadt den traurigen Zustand der Festungswerke; die Hälfte oder zwei Drittel seien ohne Laufgänge *(coratori);* es fehlten die Zinnenläden, die Türme wären ohne Dächer *(solai);* ebenso sei es in den Schlössern.[69]) Ähnlich drückt sich Graf Borella aus; man könne sich nicht gegen den Feind halten, es bedürfe großer Geldmittel zur Befestigung des Ortes; es müsse eine Bastei, ausgerüstet mit Bombarden und Spingarden, an der Murata am Tessin errichtet werden; eine gleiche auf der das Castello piccolo beherrschenden Höhe (gemeint ist Sasso Corbaro), die schon angefangen sei.[70])

Am 2. Dezember griffen die Schweizer die *murata* an, überstiegen sie und gingen bis San Giovanni vor, wobei durch Ausfälle der Besatzung verschiedene Häuser verbrannten. Die Sieger richteten sich auf dem Sasso Corbaro ein und begannen Material für eine Belagerung der Stadt vorzubereiten *(bastioni, bricole et gati, per obviare non se possa star a deffexa),*[71]) verließen indessen schon am 16. Dezember 1478 wegen Schneefalles die Gegend.

Die Wiederherstellungsarbeiten werden sofort begonnen, ein starkes Ravelin am Tor gegen Mailand *(„buon revellino galiardo alla porta verso Milano")* errichtet; die Arbeiten leiten die Geschützmeister Mariano da Roma und Francesco da Mantova sowie der Ingenier Maffeo da Como. Die Schlacht von Giornico am 28. Dezember 1478 zugunsten der Schweizer machte die schnellste Verstärkung Bellinzonas notwendig, und die Erfahrungen bei der jüngsten Einnahme der Stadt führten mit Notwendigkeit zu dem Entschluß, den Sasso Corbaro sofort zu befestigen. Im Januar 1479 gehen im Auftrage des Herzogs die Ingenieure Danesio dei Maineri, Maffeo da Como und Benedetto ferrini da firenze an die künftige Baustelle, um Pläne aufzustellen.[72]) Benedetto erhält die örtliche Bauleitung; er soll auch den Wiederaufbau der zerstörten Mauer und des Ravelins der *porta caminata* besorgen. Die Arbeiten sind schon am 11. Februar in vollem Gange.[73]) Für die Anlage des Ravelins stand die kleine

---

61) Boll. XII S. 2.
62) Boll. XII S. 3.
63) Boll. XII S. 4 bis 10. *piode* sind schwere Kugeln für die Bombarden. — *Rexeghe* (*seghe*) *rexega* = Sägen. — *Spingarde de ferro, con canoni 3 et chiave et ceppo et cavaletto* mit Schloß, Fuß und Bock und 3 Rohren. — *balestre 2 dazale da bussola, fornite con le sue bussole* der Ausdruck ist nicht festzustellen (vgl. auch Boll. XI S. 243). — *balestre due d'azale senza liformimenti da carichar.* — *balestre d'azale n. 22 de le quali gline da aspa 12.*
64) Boll. XII S. 85.
65) Boll. XII S. 86. *redopiamento* (*raddopiamento*) Verstärkung. Vermutlich ist damit die Stadtmauer des Ravelins gemeint, die innen durch Bogen auf Mauerpfeilern verstärkt ist.
66) Boll XII S. 87. Er klagt über Geldmangel und die Schwierigkeit, seine zahlreiche Familie in Mailand zu unterhalten usw.
67) Boll. XII S. 90. *et così de fare li fondamenti duna toreta da uno canto del castello picolo, quale altre volte fu ordinato se facesse etc.*
68) Boll. XII S. 121.
69) Boll. XII S. 122.
70) Boll. XII S. 123.
71) Boll. XII S. 123 und Boll. st. 1879, I, p. 127. *bastioni* (*bastione*) Bastei; *bricole* (*briccola*) Wurfmaschine, Katapult; *gati* (*gatto*) Mauerbrecher, Widder.
72) Boll. XII S. 181.
73) Boll. XII S. 182.

Kirche St. Maria im Wege, für deren Entfernung eine päpstliche Erlaubnis notwendig war.[74]) Man umging späterhin diese Schwierigkeit, indem man 1480 ein neues Ravelin um sie herum baute, so daß sie innerhalb des Festungsgürtels lag.[75])

Die Arbeitsberichte jener Zeit sind sehr interessant: Auf Sasso Corbaro konnte man unmittelbar auf Fels bauen, so daß schon am 2. Mai die Turmfundamente fertig sind und der Turm selbst 4 Ellen *(braza)* hoch geführt ist. Inzwischen war auch das neue Ravelin sehr vorwärts gebracht worden. *Per quadretto,* d. h. nach Flächenmaß *(quatro metro)* Quadratmeter waren Arbeiten hier am 12. Februar zu 13 dinaren vergeben worden; schon am 17. April war die Mauer so hoch, daß die Kragsteine für die Zinnen verlegt werden konnten *(si va facendo le revellino, si meteno bechadeli)*; am 2. Mai waren diese mit Ausnahme von 11 versetzt; die Brustwehr *(parapeto)*[76]) ist schon fertig, so daß mit Ausnahme des Grabens und der Grabenmauer *(muraglia della fossa-Contreescarpe)* alles beinahe vollendet ist.[77]) Am 10. Mai sind sämtliche Kragsteine verlegt.

Nach Vergebung der Arbeit auf Sasso Corbaro, zu 16 dinaren *per quadretto,* drängt der Herzog auf schnellstes Arbeiten Tag und Nacht; so schickt er am 16. Mai 400 ducati an den Kommissär von Bellinzona und befiehlt, so schnell als möglich Backofen und Zisterne zu bauen *(facendo fare el forno et la cisterna).*

Am 29. Mai befiehlt der Herzog dem Bernardo: den Turm von Sasso Corbaro höher zu führen *(„che li face in quella alteza che la ratione volo per modo che per baseza non stia in pericolo la forteza")*, wobei auf das Beispiel des Serafino, der die genuesischen Festungen damals baute, hingewiesen wird.[78]) Über das Aussehen des neuen Werkes erfahren wir Näheres aus einem Berichte des *tesoriere dei lavori:* die Festung ist neunzehn Fuß hoch gegen die Bergseite *(verso il monte braza 19 et gli è messo uno ordine de bechadelli)* und hier mit einer Reihe von Kragsteinen versehen; er schreibt weiter, daß der Backofen noch diese Woche fertig wird und die hohe wie breite Zisterne gutes Wasser hat (Bericht vom 6. Juni 1479).

Mangel an *bolci et carri*[79]) gibt dem Herzog Veranlassung, diese durch den Pietro Rusca in Locarno besorgen zu lassen; ebenso muß der *capitano* des Luganer Tales am 17. Juni 5 Zimmerleute (*maestri di legname*), am 25. Juni 100 Erdarbeiter (*guastatori*) beschaffen. Die Kosten der Bauten betrugen nach Bericht des Stefano Riva, *tesoriere,* vom 2. Juli 1479 6700 Mark (*lire imperiali*); auf Sasso Corbaro seien alle *bechadelli* fertig (*a Sasso Corbaro è misso tutti li bechadeli cioé al recepto et glie facto una bona parte del parapecto* (Geländers) *dentro de dicto ricepto et facto il forno et cosi è principiato il muro a cercho alla cisterna* [die Mauer um die Zisterne, d. h. hinter ihr, gemeint die Ostwand; siehe später]; *etiam e principiato lo revelino quale è alto circha a braza 6. La tore è alta braza 4. Sopra il ricepto a castello pizenino è principiato de fargli uno riparo adcò che le bombarde non gli possano nocere: a porta Caminata è fornita la torre.*[80])

Am 28. Juli, also vier Wochen später, berichtet der nämliche, daß auf Sasso Corbaro fertig seien: *il revelino, il ricepto, la torrexella,* und daß man fortwährend am Turme arbeite. Weitere Kosten entstünden in Höhe von 500 k. l., von denen 300 zur Renovierung des *castello picino* und 200 für Bretter für die Zinnenläden nötig seien, wodurch sich die Gesamtkosten auf 8200 stellten (*expensi in asse per fare mantelecti da mettere ali merli de questa terra.*)[81])

Am 19. September wird Sasso Corbaro bewehrt; es sollen 25 Säcke Mehl (*farina*), 4 Fässer Wein, Pulver für Spingarden und *organetti*, sowie Holz zum Feuern und zu Ausbesserungen hinaufgeschafft werden; zwei Tage später rückt Nicolò Albanese und Pasqua d'Arezzo mit 130 Mann zum Schutze der Festung ein.[82])

Leider schlich sich in jenen Tagen ein schon länger wütender Feind, die Pest, in die Stadt ein. Am Donnerstag vor dem 27. September 1479 starb ein Diener des Kastellans auf Sasso Corbaro, den man heimlich begrub, da er pestverdächtig war. Da auch ein zweiter starb, so isolierte man den Kastellan mit seinem Sohne und seinem Diener, und Magistro Benedetto verbot jegliches Arbeiten auf der Burg Corbaro, um ein Umsichgreifen der Seuche zu verhüten.

Leider aber traf das Verhängnis den Bauleiter selbst; Benedetto starb in der Nacht zum 1. Oktober gleichfalls an der tückischen Krankheit. Sein Tod verwirrte die Baubehörde derartig, daß der Joppino da Riva, ein Bruder des Schatzmeisters Stefano, schreiben mußte, daß letzterer aus Angst vor der Pest bis nach Galbiate floh, woselbst er ein kleines Landhaus besaß! Von dem Baugeld von 1600 l. waren nach der letzten noch in Gegenwart Benedettos, des Gegenzeichners und Stefanos gemachten Lohnzahlung noch 1060 l. übrig. (*La dominicha sequente se agiongessero insieme Mre. benedicto. lo contrascriptore et Stefano thexaurero sedere tutti tri suso una bancha ad fare li pagamenti et numerare li denari a quelli dovevano havere, luno dretto al altro, cioè Mre. benedicto da capo, lo contrascriptore in mezo et lo thexaurero dretto,*[83]) ein bemerkenswertes Bild aus der Lohnzahlungweise damaliger Zeit.

An Stelle des verstorbenen Meisters Benedetto befahl der Herzog am 17. Oktober 1479 dem Ingenieur Gabriele Ghiringhelli, in Bellinzona die Oberleitung der Bauten zu übernehmen. Schon am 15. Oktober 1479 war ein neues Inventar über alles auf Sasso Corbaro Nötige aufgestellt worden. Es waren zahlreiche Feuerwaffen darunter.

Trotz dieser Maßnahmen war die Wehrfähigkeit Bellinzonas nicht bedeutend. Die Pest hatte einen großen Teil der Besatzung verscheucht, so daß nach einem Berichte des *podesta* G. F. Visconti vom 11. Oktober 1480 nur 15 Fußsoldaten am Orte waren und so viele Bürger und Bauern die Stadt verlassen hatten, daß auf je vier Zinnen nur ein Verteidiger kam. 1481 kam der Geschützmeister

74) Boll. XII S. 183.
75) Boll. XII S. 248.
76) *parapeto* (*parapetto*) Brustwehr, Geländer in Brusthöhe; später kommt dieser Ausdruck nochmals vor als: *parapecto dentro de dicto ricepto*, d. h. Brustwehr hinter jenem Sammelplatz (*ricetto*).
77) Boll. XII S. 182—186.
78) Boll. XII S. 186.
79) *bolci* (*bolzone, bolcione*) Bolzen, schwere Pfeile, die aus der *balestra* geschossen wurden; *carri* (*carro*) Wagen.

80) Boll. XII S. 187.
81) Boll. XII S. 188.
82) Boll. XII S. 213.
83) Boll. XII S. 216.

Francesco da Mantova nach Bellinzona, um mit dem Bellinzoneser Kommissär alles Notwendige für die Ausrüstung und Armierung festzustellen. Daraufhin wird durch Bartolomeo da Gadio zurückgebracht, was an Waffen und Munition seinerzeit von Bellinzona nach Misocco an den Trivulzio abgeliefert worden war (*in loco de altratanta levata li, et mandata ad Misocho*).[84])

1485 wird ein Bauwerk unmittelbar unter Castello grande errichtet, nachdem vorher angefragt worden war, ob dieses das Schloß in seiner Wehrfähigkeit nicht beeinträchtigen könne; die Arbeit wird von Silvestro Zono 1486 beendigt.[85])

1487—89 wird durch den neuen mailändischen Regenten, Ludovico Moro, eine neue Mauer, und zwar als Ersatz der von Hermano Zono 1457 beschriebenen, erbaut. Über dieses Bauwerk enthält das Mailänder Archiv einige interessante Briefe. Am 21. Mai 1487 bittet der örtliche Oberleiter Ghiringhelli, für Bargeld besorgt zu sein,[86]) und der Generaldirektor der öffentlichen Arbeiten, Ambrogio de Ferrari, rät dem Ludovico Moro am 20. Juni, man solle zuerst die Mauer vollenden und dann nach dem Vorschlag des Herzogs einen Torturm mit Ravelin davor am Brückenkopfe der Tessinbrücke gegen Bellinzona zu erbauen (*fare uno portello con uno revellino avante in capo del ponte sopra Ticino verso la terra de Belinzona*).[86]) Da der sehr drängende Neubau der *murata* durch Mangel an Baumaterial sich verzögerte, so befahl der Herzog die Steine zerfallener Häuser dazu zu verwenden.[87])

Das Hauptwerk des Ghiringhelli war die von ihm 1487 entworfene und errichtete Brücke über den Tessin, die 1514 der durch den Bergsturz von Biasca erzeugten Hochflut (*buzza*) zum Opfer fiel. Diese Brücke wird auch von den Chronisten erwähnt, von Ballarini fälschlich dem Jahre 1490 zugeschrieben.[88]) Von ihrem Bau berichtet der Vorsteher der Arbeiten Camus di Mortara am 10. Oktober: „*Como hogi per dio gratia quello pilone quale* (*ha*) *abuto tante cose de fortuna in contrario è conducto in bono parme, et quale è tirato al paro de laqua* (bis zum Wasserspiegel), *de fora de la cassa* (aus dem Caisson heraus) usw.[87]) Die Arbeiten wurden so beschleunigt, daß Camus hofft, in wenigen Tagen fertig zu sein (*el ponte sia unito inseme*) „falls es gutes Wetter bleibt“, wie er vorsichtig sich ausdrückte.[88])

Das beschleunigte Arbeitsverfahren führte zu einem Unglücksfall; im Dezember 1487 stürzt ein Teil der Murata ein, wobei zwei Personen verunglücken.[89]) Kaum war indessen die Mauer vollendet, so wurden auch schon ihre Kastellane bestellt. Da ihre Wohnung in der Murata noch nicht fertig war, so durften sie nachts auf Castello grande sich aufhalten; für die Wachen sollte ein kleiner, geschützter Winkel hergestellt werden (*è necessario se gli acconzi uno qualche loco de asse tanto che se fornischa le torre, et de coprire epsa murata* (Schreiben von Galiate, 23. April 1483).[90]) Die Wohnung des Kastellans sollte in dem großen Torturm (*torre al portone*) untergebracht werden. Die beschleunigte Herstellung machte es notwendig, sie gegen Feuchtigkeit zu schützen, so daß Ghiringhelli am 20. Juni 1488 angewiesen wird, sie mit Holz zu verkleiden (*fodrare le camere de dicte torre de asse.*)[91]) Im gleichen Schreiben wird auch der innere Ausbau angeordnet (*fare li uschij et fenestre delle torre, et le chiave*).

Die Beiträge der Bellinzonesen zu den Festungsarbeiten gehen klar aus einem herzoglichen Diplom vom 31. Januar 1489 hervor. Hier wird erwähnt: *li homini del contato della vostra terra de Bellinzona furono condemnati ad condure in quella in ogni suspecto de guerra tute le gradize de vimene* (Flechtwerk aus Weiden, d. h. Faschinen) *et becadelli de legno che andavanno ad fare li carratori circa la dicta terra* (d. h. das Holzmaterial, um Laufgänge hinter den Mauern bei Kriegsgefahr aufzuschlagen). Später, nach dem Tode des Galeazzo, Vaters des Ludovico Moro, wurde befohlen, diese *carratori* aus Stein herzustellen (wie früher Sacramorus 1472 vorschlug): hierfür zahlten die Bellinzonesen 400 k. l., womit ihre Verpflichtung für Holzlieferung fortfiel. 1488 wurde vom Herzog der Messer Zoanne nach Bellinzona geschickt, um anzuordnen: daß der Rest aller Mauern so hergestellt würde, daß man ohne *corratori de gradize* auf ihr stehen könne, d. h. massiv. Für diese Erleichterung, Wegfall der Faschinenlieferung, sollten die Bellinzonesen weitere 700 k. l. zahlen.[91])

1479 stürzt im Juni infolge von Hochwasser der Hauptturm der Murata ein, sowie ein *voltone* eines anderen Turmes an der Stadtmauer bei Castello picino; beide sollen sofort durch Ghiringhelli wiederhergestellt werden (17. Juni 1489. Pavia).[92])

Am jenseitigen Tessinufer wurde ein befestigter Turm, *torre de Monte Carasso,* wahrscheinlich kurz vor 1489 begonnen. 1490 am 3. August schreibt sein Kastellan, Marco da Casanova, an den Herzog: *Ceterum che feza mantelata la ditta torre con il ponte et anche che fezano fati li logiamenti per logiare li compagni etc.* In dem gleichen Berichte wird auch die Ausrüstung genau angegeben.[93]) Für Reparaturen an der Brückenanlage, einer *pallificata* an der Brücke zum Schutze der Fundamente wird November 1490 verhandelt; über deren Notwendigkeit herrschten anfänglich Meinungsverschiedenheiten, so daß sie erst Anfang Januar 1491 zur Ausführung kamen.[94]) Am 14. April 1491 werden den Kastellanen Fratelli Della Croce 500 l. angewiesen, *per fare quelle reparatione sono necessarie a quello nostro Castello murata et forteza de Moncarasso,* wobei die Bemerkung sich findet, die *mantelleti*, die man gemacht hatte, so zu verwahren, daß sie leicht zur Hand sind, wenn man sie braucht.[94]) Die weiteren archivalischen Stücke beziehen sich vorwiegend auf die Korrektion des Tessins, dessen Ungestüm eine fortwährende Gefahr für die Murata ist.

Die politischen Verhältnisse wurden immer düsterer. 1499 fiel Mailand in französische Hände: die Herrschaft des Hauses Sforza hörte auf. Die Archive berichten lediglich noch von Besichtigungen und technischen Untersuchungen der Werke durch Militärs; indessen geben sie keinerlei baugeschichtliche Einzelheiten. Die Vertreibung Moros geschah mit Hilfe der Schweizer Söldner, und diese ließen sich beim Durchmarsch durch Bellinzona Besatzungsrechte einräumen, die im Frieden

84) Inventar in Boll. XIII S. 3.
85) Boll. XIII S. 49.
86) Boll. XIII S. 51.
87) Boll. XIII S. 52.
88) Boll. XIII S. 53.
89) Boll. XIII S. 55.
90) Boll. XIII S. 90.
91) Boll. XIII S. 91. 92.
92) Boll. XIII S. 93.
93) Boll. XIII S. 130.
94) Boll. XIII S. 134.

vom 24. April 1503 zur dauernden Besitzergreifung Bellinzonas durch die Schweizer Kantone Schwyz, Uri und Unterwalden führten.

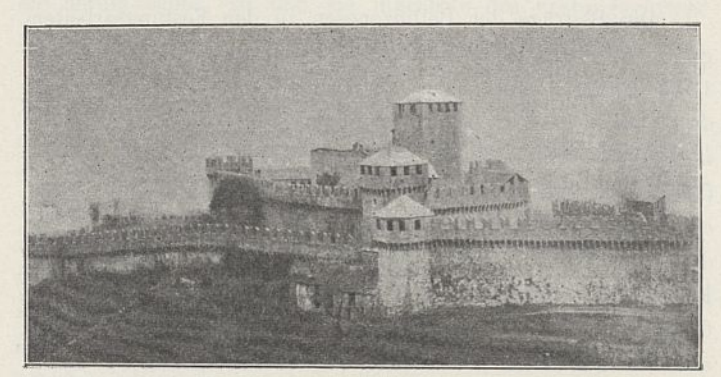


Abb. 1. Blick auf Castello Montebello vom Wege zum Sasso Corbaro aus. Ostseite.

Bauliches.

Im Anschlusse an die geschichtlichen Angaben aus den Archiven über die bemerkenswerteste Bauzeit der Festung, das fünfzehnte Jahrhundert, seien im folgenden nunmehr ihre Gesamtanlage sowie die wichtigsten Einzelheiten ihrer Bauweise noch etwas näher erläutert.[95])

Niemand wird sich dem überwältigenden Eindrucke entziehen können, den der erste Anblick dieses großartigen Mauergürtels auf den Beschauer macht. Eine gewaltige, steinerne Wehr, bald steigend, bald fallend sich dem Gelände anpassend, zieht hier über Hügel und Tal, eigenartig durch den malerischen Wechsel von langen zierlichen Zinnenreihen mit gewaltigen, trotzigen Mauertürmen. Die Ausnutzung

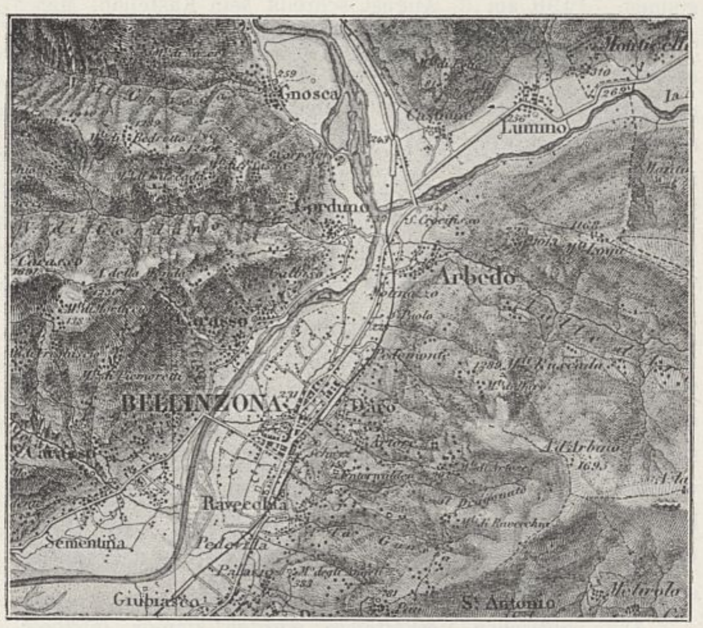


Abb. 2. Bellinzona und Umgebung.

der natürlichen Bodenbeschaffenheit ist mit bewunderswürdigem Geschick erfolgt und macht ihrem Urheber alle Ehre, wie es die das Tessintal sperrende Doppelmauer (die Murata) zeigt, die geschickt den vom Felsklotz des Castello grande westlich ins Flußtal herabziehenden Bergausläufer benutzt.

Der Grundgedanke der Festungsanlage war folgender: Es galt die Sperrung des einzigen gangbaren, nach den Alpenpässen führenden Weges auf dem linken Tessinufer (Text-Abb. 2 u. 16). Er führte zwischen dem isolierten Felsmassiv des Castello grande und dem ins Tal vorspringenden Plateau des Hügels von Castello Montebello durch die dazwischenliegende Stadt Bellinzona, die, durch Mauern gesperrt, zum Schlüssel des Passes wurde, links und rechts aufs natürlichste flankiert durch die Schlösser Castello Montebello und Castello grande. Das in früheren Zeiten durch den unregelmäßig dahinfließenden Tessin unwegsame Vorland zwischen Castello grande und dem nahe der steilen rechten Talseite entlang fließenden Hauptarme des Flusses wurde zur weiteren Sicherheit gesperrt durch ein sehr eigenartiges Bollwerk, die über 500 m lange sogen. Murata. Eine Seitenverbindung, der Weg nach Locarno, führte durch ein großes befestigtes Tor, *torre al portone,* zur 1487 von Ghiringhelli errichteten Tessinbrücke, die auf dem rechten Ufer 1489 durch ein zweites Tor, den *torre de Monte Carasso,* bewehrt wurde.

Außer der schon erwähnten Hauptstraße, die Bellinzona durch das frühere Tor von Codeborgo (jetzt *porta ticinese*) erreichte und an der *Collegiata* vorüber durch die *porta caminata* (jetzt *porta Lugano*) in der Richtung nach Lugano verließ, führte eine Art Saumpfad jenseit des Castello Montebello zwischen diesem und dem steil ansteigenden Sasso Corbaro durch. Die Sperrung dieses von den Schweizern vielfach benutzten Weges geschah, wie wir bereits wissen, von Benedetto Ferrini da Firenze durch Anlage des dritten, ganz getrennt gelegenen Castello Sasso Corbaro (jetzt Sasso Barbara) im Jahre 1479.

Die Stadtbefestigung, zwischen beiden Kastellen zusammen rund 1200 m lang und einen Flächenraum von etwa 10000 qm einschließend, ist auf Text-Abb. 16 in den noch bestehenden Teilen schwarz, in den abgebrochenen punktiert bezeichnet.[96]) Die Nordfront der Bewehrung ist leider durch die unseres Erachtens recht rücksichtslose Anlage der neuen Straße nach dem Bahnhofe der Gotthardbahn stark verändert; es steht nur noch ein Turm am Abhange von Castello grande, alles andere bis zum Turme 1 am Beginn des Montebellohügels ist verschwunden. Der Plan von 1845 zeigt die frühere Front sehr gut; die *porta ticinese* (das alte Tor von Codebargo) springt als großer Bau weit vor die Mauerflucht, ein kleiner Bach bildet einen natürlichen Graben. Die den Montebellohügel hinanziehende Front ist durch drei Türme 1, 2, 3 verstärkt. Alle drei sind nach rückwärts offen, der mittelste mit einer Tonne, die anderen mit Balkendecken abgedeckt. Eigenartig ist das Mauerstück zwischen 2 und 3, das infolge der starken Steigung abgetreppt hinansteigt und dessen Wallgang auf Bogen ruht (Abb. 1 Bl. 43 links). Die Türme springen vor die Mauerflucht, so daß die zwischenliegenden Mauerstrecken unter Feuer gehalten werden können. An diesen nordöstlichen Mauergang schließt sich als Zitadelle nach der Bergseite Montebello an, das mit seinen beiden nordwestlichen Rundtürmen sowohl den Turm 3, wie die Bastei 4 beherrscht (vgl. Text-Abb. 16 u. Abb. 1 Bl. 43).

Der südliche und südwestliche Teil des Stadtberinges ist besonders malerisch, da er mit großer Geschicklichkeit die Südseite des Montebellohügels und den hier liegenden

95) Vgl. hierzu auch: Mittelalterliche Kunstdenkmäler des Kantons Tessin, von Prof. J. R. Rahn. Verlag der Antiquarischen Gesellschaft in Zürich. 1893.

96) Gezeichnet nach dem im Stadthause von Bellinzona hängenden großen Stadtplane von Prof. Alberti Artari (etwa 1845). D. Verf. Siehe auch Rahn S. 12/13.

Aufgang zur Burg schützt. Die Stadtmauer beginnt im Osten mit einer doppelten Turmanlage 6, 7; zwei weitere rechteckige Türme 8, 9 unterbrechen den geraden Mauerzug, der bei 10 auswärts gebogen und hier mit einem starken Rundturme bewehrt ist. Eine Doppelturmanlage 11, 12 beschützt den Mauerzug am Fuße des Montebellohügels und beherrscht zugleich den Zugang zur Porta Stefano (*Caminata*). Von dieser Turmgruppe bis über Porta Locarno hinaus ist die Umwehrung ebenfalls teils zerstört, teils verbaut. Erst am südlichen Hange des Castello grande-Hügels setzt sich der Mauerzug wieder fort mit den Türmen 13, 14, 15 sowie dem ursprünglichen Tortum 16, durch den der alte Burgweg führte (Abb. 2 auf Blatt 43). Der neue Burgweg vom Jahre 1881 durchbricht zwischen Turm 13 und 14 den Mauerzug; vernünftigerweise hat man die Schnittflächen nicht verkleidet, so daß der Beschauer den Anblick eines sehr lehrreichen Querschnittes genießt.

Einige Einzelheiten technischer Art seien noch gegeben. Die verhältnismäßig am besten erhaltene und sehr bequem erreichbare Mauerstrecke ist der bastionartig vorspringende Teil mit den beiden Türmen 14 und 15 (Abb. 3 Bl. 43). Granitkonsolen (*bechadelli*), durch die ganze Mauerstärke gehend und dreifach auskragend, tragen eine wagerechte Abdeckung, über der die Mauerzinne (*merlo*) sitzt. Die Zinnen sind fischschwanzartig abgedeckt; eine Form, die ihnen die sonderbare Bezeichnung ghibellinische Zinnen eingetragen hat. Jede Zinne hat eine Senkscharte, hinter der eine Nische von 50 bis 60 cm Breite und 70 bis 80 cm Höhe sitzt (vgl. den Schnitt *A—B* der Murata, Text-Abb. 15). Die Angellöcher der drehbaren Schartenläden (*mantelleti*) sind noch deutlich zu erkennen. Die Zinnenmauer sitzt mit ihrer Innenflucht vor der Mauerflucht, letztere ist von Unterkante unterste Konsole an zurückgeböscht, so daß man vom Wallgange aus sowohl nach dem Fuße der Mauer, wie durch die Senkscharten der Zinnen in die weitere Umgebung schießen kann. Messungen ergaben, daß der knieende Schütze im Zwischengeschoß das Außenfeld im Abstande von 8 bis 20 m ab Mauerflucht beherrschen konnte, bei verhältnismäßig mittlerer Streuung in wagerechter Richtung; die Schußfelder der Zinnen liegen weiter entfernt, und ihre wagerechte Streuung ist derart angeordnet, daß eine Besetzung jeder zweiten Zinne genügte, um ein Gelände durchlaufend unter Feuer zu halten.

Steigende Mauerzüge sind durch Abtreppung hergestellt; eine derartige Lösung, sowie den Anschluß einer Ecke zeigt die linke Figur der Abb. 3 auf Blatt 43. An der Ecke sind die Kragsteine in schiefer Richtung angeordnet, damit an diesem wichtigen Punkte keine Senkscharten verloren gehen (Abb. 3 auf Blatt 43 links).

Das Tor des Turmes 16 ist bei Rahn (S. 18 Fig. 9) abgebildet; es ist eine einfache rundbogige Pforte mit Schlitzen, in die sich die Tragebalken einer Zugbrücke beim Schließen derselben legen; eine Anordnung, die wir bei Castello Montebello noch kennen lernen werden.

Anschließend an Castello grande zieht sich nach Süden der wohl interessanteste Teil der Wehranlage, die über 500 m lange, doppelwandige Murata. Sie beginnt am Kastell mit einem rechteckigen Vorbau (*G*), durch dessen Erdgeschoß der Zugang zu dem gleichen Geschoß der Murata führt, während die Zugänge zu den Laufgängen (*corratori*) der Murata von denen der Kastellmauer oder durch eine Treppenanlage erfolgten, die wohl früher in diesem Vorbau war. Text-Abb. 3 (nach Rahn S. 27 Fig. 15 hergestellt) zeigt die Anlage und zugleich einen Ausgang, der nach den Weinbergen südlich der Murata führt.

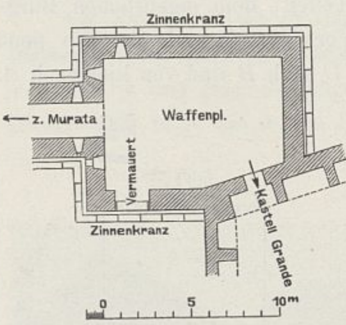


Abb. 3. Eingangsbau *G* zur Murata am Castello grande.
(Nach Rahn, Kunstdenkmäler. Kanton Tessin.)

Die Murata selbst war durch zwei Rundtürme unterbrochen, von denen der untere in Text-Abb. 8 und 11 bis 13 genauer dargestellt ist. Er ist entsprechend dem Querschnitt der Murata zweigeschossig, kugelgewölbt und am Fuße der äußeren Fluchten der anstoßenden Murata mit flankierenden Schießscharten und dahinterliegenden Schießkammern versehen. Die Schießscharte besteht, wie auch die des Erdgeschosses der Mauer, aus zwei übereinanderliegenden Schlitzen von 25 (bezw. 15 cm) Höhe und 20 cm Breite. Die Wände der Schießkammern wie die Decke erweitern sich nach innen und sind mit Platten wagerecht abgedeckt. Die Zinnen der Türme sind ebenso abgedeckt, und wir folgern aus dem Beispiel des südwestlichen Rundturmes von Montebello, daß hier einstens flache leichte Holzdächer aufsaßen. Die Zinnen der Murata haben im Gegensatze hierzu satteldachartige Abdeckungen, waren also dem Regen ausgesetzt und entsprechend abgewässert. In den höheren Teilen war die Murata zweigeschossig; das Obergeschoß tonnengewölbt, das Untergeschoß mit einer Balkendecke flach gedeckt. Die Anordnung der Schießschlitze geht aus der Abbildung klar hervor, die Schußrichtungen sind durch Pfeile bezeichnet. Den oberen Rundturm hat Rahn S. 29 Fig. 16 in Grundriß und Schnitt dargestellt; er ist länglichrund und nur eingeschossig. Die Murata war unterbrochen durch den *torre al portone*, der jetzt abgerissen ist und von dem sich bedauerlicherweise keinerlei Abbildung erhalten hat. Der Durchbruch der neuen Straße zeigt hier die Mauerstärken; sie betragen für die nördliche Mauer (Angriffseite) 1,30, die südliche 1,00, Entfernung beider Außenfluchten 4,30. Das Material ist teils Bruchstein, teils Feldstein; wie wir aus den Berichten wissen, teilweise altes Abbruchmaterial.

Der Turm von Monte Carasso am rechten Tessinufer, *torretta* genannt, hat bis 1817 gestanden. Er war nach erhaltenen Abbildungen so angelegt, daß die Straße durch ihn hindurch zur Tessinbrücke führte. Nach der Bergseite durch eine starke Schildmauer geschlossen, hatte er an den drei übrigen einen auf Konsolen in der bekannten Weise vorgekragten Wallgang. Die Uferstraße wie die massive Steinbrücke waren durch Zugbrücken in der Süd- und Ostwand mit dem Turm verbunden, vgl. Text-Abb. 4 (gezeichnet nach Fig. 12 S. 22 bei Rahn), so daß durch Aufziehen derselben dieser vollständig isoliert stand.

Von den Schlössern ist am meisten verändert Castello grande, ursprünglich und jetzt ausgebessert Castello Montebello. Castello grande ist in seiner Anordnung aus dem Lageplan (Text-Abb. 16) ersichtlich. Der ursprüngliche Zugang führte durch das vorerwähnte Tor des Turmes 16 zu dem eigentlichen

Burgtore 17; er ist unterwegs dreimal von einfachen Mauerbogen gesperrt, so daß der hier vorgehende Feind sehr empfindlich von der Umwallung aus belästigt werden konnte. Die Kuppe besteht aus drei Teilen, dem eigentlichen Burghofe *A* sowie zwei großen Vorhöfen *B* und *C*. Die neue Zufahrtstraße führt jetzt über *C* nach *B* und von hier nach *A*.

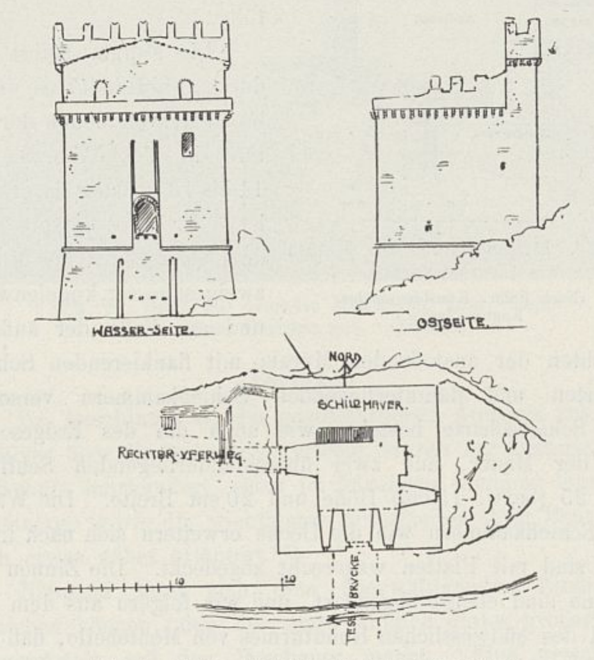


Abb. 4. Torre di Monte Carasso (Torretta).
Nach: Jacobus Meyer 1815.
(Nach: Rahn, Kunstdenkmäler. Kanton Tessin S. 22, Fig. 12.)

Dieser Burghof ist an der Nordwestseite durch eine etwa 1,50 m starke Mauer abgeschlossen, die an der Nordwestecke durch den größeren Bergfried, *torre nera* (*D*) unterbrochen wurde. Jetzt steckt diese als Zwischenwand in einem neuzeitlichen Zeughause von 1881, bei dessen Errichtung eine sehr interessante Anlage, eine zu einer Zisterne führende Doppelmauer *E*, geschleift wurde. Den höchsten Punkt des Burghofes nimmt eine kleine Zitadelle ein, ein viereckiges Reduit aus hohen Mauern mit dem schlankeren Bergfried, *torre bianca* (*F*). Eine vor dem Zugang zum Reduit stehende St. Michaelskapelle ist jetzt ebenfalls verschwunden. Bemerkenswert ist eine große tonnengewölbte Zisterne, an deren Südostwand die Jahreszahl 1440 in gotischen Majuskeln sich findet.[97])

Die Schloßbauten selbst sind stark verändert; ihre Südfront verleiht dem Felsen ein sehr charakteristisches Aussehen (vgl. Abb. 2 Bl. 43). Das Haupttor zeigt eine einfache Rundbogenpforte, darüber einen vorgekragten auf vier Konsolen ruhenden Erker, der als Pechnase diente. Rechts schließt sich die Umfassungsmauer mit großen — nicht ausgekragten — Zinnen an, während links die alten Schloßgebäude stehen, die indessen vielfach verändert worden sind. An dem nach Süden vorspringenden Gebäude scheint früher ein auskragender Zinnenkranz gewesen zu sein, wie eine abgespitzte Konsolenreihe aus der Ferne vermuten läßt.

Von den beiden Bergfrieden ist der größere westliche in Dachhöhe der anstoßenden Bauten mit einer Rundbogenpforte versehen, innen — abgesehen von einem späteren Kerkereinbau[98]) — flach gedeckt, oben mit einer rundbogigen Tonne geschlossen. Der kleinere östliche, mit sauber gearbeiteten Quadern auf den Ecken, sonst ebenfalls aus Bruchstein, hat gleichfalls rundbogigen Eingang aber keine massive Decke. Beide Türme sind flach gedeckt, Scharten unmittelbar unter dem Dache ausgespart. Die oberen Geschosse scheinen später verändert. Die großen Vorhöfe *B* und *C* sind ohne besonderes Interesse; der nördliche Hof *C* ist seiner sturmfreien Lage wegen lediglich mit einer einfachen Mauer mit wagerechten Zinnen wie an der Südostseite eingefaßt; die einzige Bestreichung der Mauerflucht gewährt der halbrund vorspringende offene Turm 18.

Im nordwestlichen Hofe haben wir des Eingangsbaues *G* zur Murata bereits gedacht; zwei Bollwerke 19 und 20 schützen die flacher abfallende Westseite des Burgfelsens; die Mauer ist ohne Vorkragung — nur mit Zinnen und einem dahinter liegenden, auf Mauerbogen ruhenden Wallgange versehen.

Der weitaus interessanteste Teil der Bellinzoneser Befestigung ist Castello Montebello (früher *mezzo* oder *picino*). Sein Grundriß ist aus Text-Abb. 17 zu ersehen. Das Schloß besteht aus der eigentlichen inneren Burg *a*—*b*—*c*—*d*, umgeben von einem Zwinger von ungefähr dreieckiger Gestalt. Indessen ist auch dieser nicht aus einer Zeit; sowohl der Tortum *E*, als auch der westliche Rundturm *F* mit anschließenden Mauerteilen *F*—1 und *F*—2 ist jünger. Aus dem früher mitgeteilten Briefe des Zanotto Visconti von 1566 geht hervor, daß damals der letztere Bau noch nicht, wohl aber die beiden Ausgänge *J* und *K* bereits vorhanden waren. Das dreieckige Ravelin I—II—III war damals zwar im Bau, blieb aber unvollendet. Ebenso ist der Torturm um 1476 noch nicht fertig, und erst 1477 wird das Fundament zu dem erwähnten Rundturm gelegt. Man sieht diese baugeschichtlichen Tatsachen auch am Bau selbst sehr deutlich. Die Lage der Scharte zur Bestreichung der Ostfront im Torturm *E* zeigt deutlich den jüngeren Ansatz, ebenso verraten die alten vermauerten Zinnen im Stallgebäude *H* die jüngere Bauzeit der Mauerstrecken *F*—1 und *F*—2. Die Laufgänge des Zwingers sind erst von Vanetto da Codeborgo um 1466 begonnen (vgl. das vorerwähnte Schreiben des Zanotto Visconti).

Der innere Burgteil enthält zwei kleine Höfe; im vorderen liegt ein kleines Wirtschaftsgebäude, hinter dem Palas im zweiten Hofe ein Brunnen sowie der Eingang zu dem die Ostfront deckenden Bergfried. Vom Dachraume des Wirtschaftsgebäudes beherrschen einige Schießschlitze den Zwinger.

Auch der eigentliche Palas ist sehr schmucklos. Sein Obergeschoß füllt den ganzen Bau bei 12 m Länge und 5 m Breite. Für Archivzwecke ist dieser ursprünglich sehr niedrige Raum bei der Instandsetzung etwas in der lichten Höhe vergrößert worden. Unter dem Putze fanden sich Reste alter Wappen, die anscheinend in fortlaufender Reihe den oberen Teil der Wände dicht unterhalb der Balkendecke zierten. Der Kamin ist an die alte Stelle, kenntlich durch das Rauchrohr, ergänzt angebaut, die Fußböden des Raumes sind fischgrätenartig (*spina di pesce*) mit großen Ziegelsteinen der Gegend (*mattonelle*) gepflastert.[99]) Zwei Türen gehen nach

97) Rahn S. 26.
98) Rahn S. 29.

99) Dieses Baumaterial ist sehr nachahmenswert; Format 20:40:$2^1/_2$ cm, ist es im Kern wie in der Oberfläche marmoriert, die Lagerfläche durch Striche gerauht, um mit dem Mörtelbett festere Verbindung einzugehen.

einer schmalen, auf Balken ausgekragten Holzgalerie, von der eine Treppe an der Hofschmalseite hinunter ins Erdgeschoß führt. Ihr Dach ist mit Doppelhohlziegeln *(tegole)* versehen, während sämtliche übrigen Dächer nach Ortessitte mit dünnen Granitplatten *(piodi)* gedeckt sind.[100]) Der kleine Brunnenhof ist bei aller Einfachheit sehr ansprechend mit einem Pultdach gegen Regen geschützt.

auf seinem Balkenboden liegt ein Betonestrich, entsprechend alter Weise, so daß bei einer Belagerung durch Entfernen des Daches die Brandgefahr vermieden werden konnte.

Im Zwinger liegt in der westlichen älteren Ecke die Bäckerei nebst Backofen, darüber ein saalartiger Raum, der sich jetzt in drei Bogenöffnungen nach dem Hofe öffnet; seine Hinterwand zeigt die schon oben erwähnten älteren Zinnen.

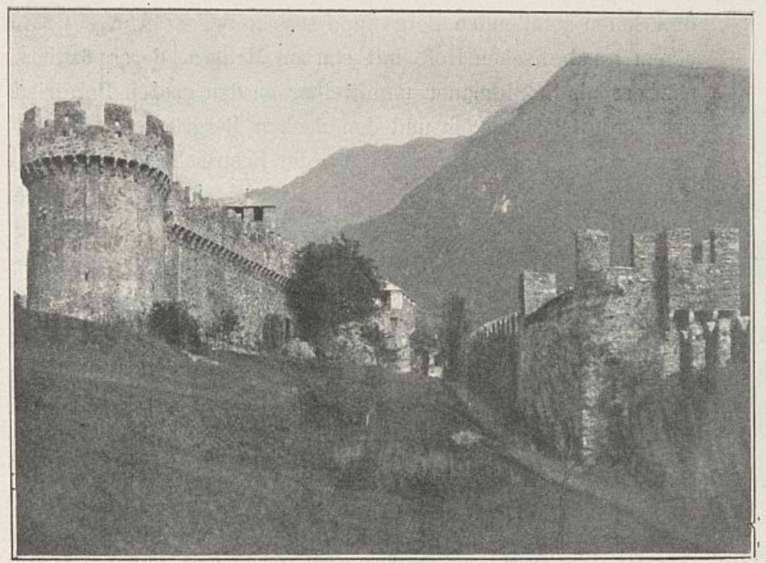


Abb. 5. Castello Montebello.
Westlicher Rundturm *F* und südliche Stadtmauer.



Abb. 6. Castello Montebello. Äußere Nordmauer des Ravelins mit Tor,
dahinter Bergfried und Nordmauer des Zwingers.

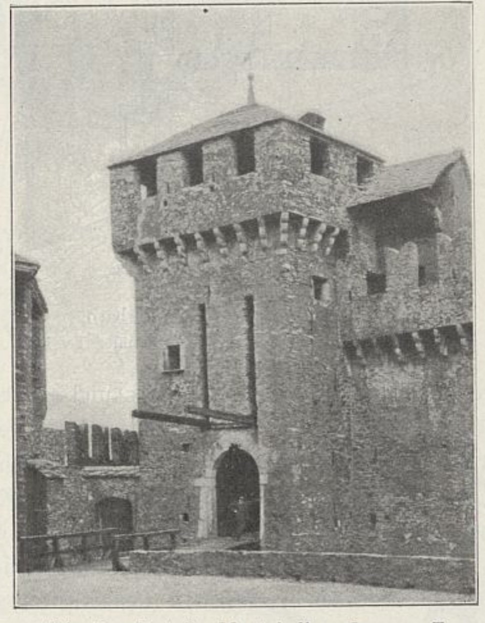


Abb. 7. Castello Montebello. Inneres Tor.
Außenseite.

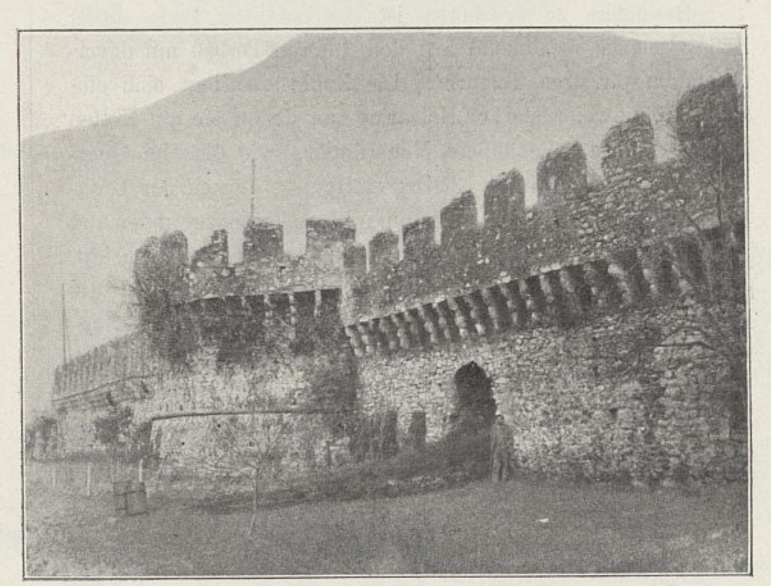


Abb. 8. Rundturm in der Murata.
Nordostseite.

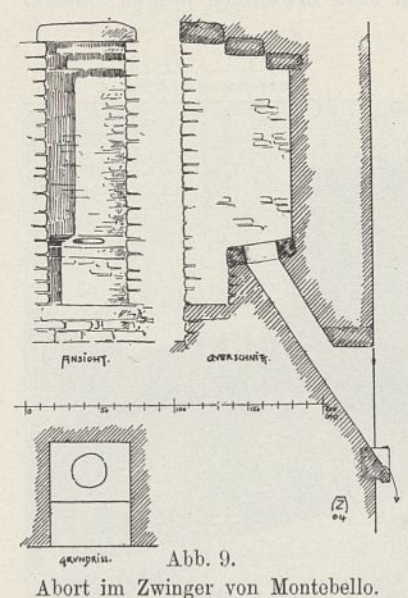
Der Bergfried enthält im Untergeschoß einen zur Hälfte überwölbten Keller, der Licht durch die Tür und zwei Schießschlitze enthält. Der Turm hat einschließlich Erdgeschoß fünf Geschosse, von denen das vierte durch eine Tonne, die übrigen durch Balken abgedeckt sind. Jedes der drei Obergeschosse enthält a f der Ost(Angriff)seite zwei kreuzförmig angeordnete Schießschlitze (Text-Abb. 18), das Dachgeschoß Zinnen, die zugleich als Stützen für das flache Dach dienen;

Der Rundturm *F* in der Ecke ist jünger. Er sollte nicht nur die nordwestliche Mauerflucht, sondern auch das Vorgelände der Bastei und des Aufganges zur Burg von der Stadtseite beherrschen. Mit drei durch Balken gedeckten Geschossen steigt er mächtig empor; seine Krone, von der nordwestlichen Zwingermauer zugänglich, war mit einem flachen Dache versehen, wie die inneren hochgeführten Mauerpfeiler beweisen (Text-Abb. 5; sie zeigt den noch unfertigen Zustand).

Der kleinere Rundturm *G* ist dreigeschossig, nach der Hofseite offen und sollte neben den anstoßenden Mauerfluchten vor allem das Vorland bestreichen. Einzelheiten eines eigen-

100) Diese *piodi* brechen in etwa 3 bis 5 cm starken Lagen und sind durch ihr großes Eigengewicht, für das qm 300 bis 400 kg, sehr sturmsicher.

artigen Schießschl·tzes mit dahinter liegender Schießkammer gibt Text-Abb. 19, sowie einer Hakenbüchsenscharte Text-Abb. 14, während Text-Abb. 9 einen sehr zweckmäßig angelegten Abort zeigt, dessen schief die Mauer durchdringendes Rohr eine Schwächung derselben möglichst vermeidet. In dem durch eine Treppe zugänglichen Kellerraum des Turmes sind gleichfalls Scharten zur Bestreichung der Mauern; die nördlichste wird durch die anschließende Stadtmauer — die demnach jünger ist — verdeckt. Ebenso ist hier eine kleine Ausfallpforte zwischen Turm *F* und *G*, die zum Plateau der Bastei führt.


Abb. 9.
Abort im Zwinger von Montebello.

Die östliche Zwingermauer wird nördlich durch einen jüngeren Wachtturm durchbrochen, der mit zwei Geschützluken das Vorland außerhalb der Ravelinmauer beherrscht; zum Obergeschoß, einer offenen Halle, führt eine steinerne Treppe. — Die Zwingermauer entspricht in ihrem Querschnitte der uns schon von der Murata her bekannten Form; kleine durchlochte Auskragungen nach der Hofseite zu tragen ein einfaches Holzgeländer.

Besonders zu erwähnen ist das südliche Ende dieser Zwingermauer, bestehend aus dem älteren Torbau mit davorgesetztem jüngeren Torturm. Die Zugbrücke legt sich einschließlich zweier starker Holzarme, an denen sie mit Ketten hängt, dicht an die äußere Mauerflucht, wie dies im Querschnitt Abb. 4 auf Blatt 43 dargestellt ist. Jenseit der Drehpunkte sind diese Balken durch ein Andreaskreuz verbunden und durch Anbringen von schweren Granitblöcken so ausbalanziert, daß das Ziehen an einer herabhängenden Kette genügt, die Brücke zu heben oder niederzulassen. Hinter dieser Zugbrücke liegt im Inneren außerdem ein zweites, in senkrechten Zapfen drehbares zweiflügeliges Holztor mit Nadelöhr (Schlupftürchen) und Balkenschloß; dahinter befand sich ursprünglich noch ein drittes. Der Torbau beherrscht mit drei Doppelschlitzen in Schartennischen die Zwingermauern und das Vorgelände innerhalb des Ravelins. Deutlich ist noch das alte rundbogige Tor mit nach dem Scheitel stärker werdendem Quaderbogensturze (wie an Palästen der italienischen Frührenaissance) erkennbar; als Tornische dieser tadellos in Granit ausgeführten Form dient ein Kernbogen. Im Obergeschoß ist ein Wächterraum; der obere Zinnenkranz beherrscht das darunterliegende Tor (vgl. Notiz des Kastellans Galeazzo Visconti von 1476 und Text-Abb. 7).

Ein trockener Graben trennt die Hauptburg von ihrem östlichen Vorwerk, dem Ravelin. Seine nördliche Mauer ist mit inneren Bogen versehen und zweiseitig bewehrt, so daß man den schon eingedrungenen Feind noch im Rücken beschießen konnte; eine steile Steintreppe führt auf ihren Wehrgang. Das Tor dieses Ravelins besteht wie das Haupttor aus einer beweglichen Zugbrücke, jedoch ohne drehbare Torflügel (Text-Abb. 6).

Der Aufstieg zu Sasso Corbaro, der uns mit einem reizenden Überblick über Castello mezzo und die ganze Stadt belohnt (Text-Abb. 1), führt zu dem isoliert liegenden Kastell gleichen Namens, das indessen jetzt zu einem Hotel umgebaut ist. Rahn hat es noch in seinem ursprünglichen, verfallenen Zustande gesehen, und wir schließen uns deshalb seiner Darstellung an:

Es besteht, sehr günstig auf der Westkante einer nach drei Seiten abfallenden Bergkuppe errichtet (Text-Abb. 10), aus einem quadratischen Hofe mit starken Mauern, deren östliche stärkere als Schildmauer unmittelbar an den großen Bergfried der Nordostecke anstößt und den flachen Bergrücken hier beherrscht. Die Nordostmauer dient der Bestreichung des Burgweges, während West- und Südmauer, als belanglos für die Verteidigung, mit Wohngebäuden verbaut sind. Ein kleiner Zwinger legt sich der Westseite vor. Der Zugang an dieser Seite, ein rundbogiges Tor, war mit Fallgatter dahinter ver-

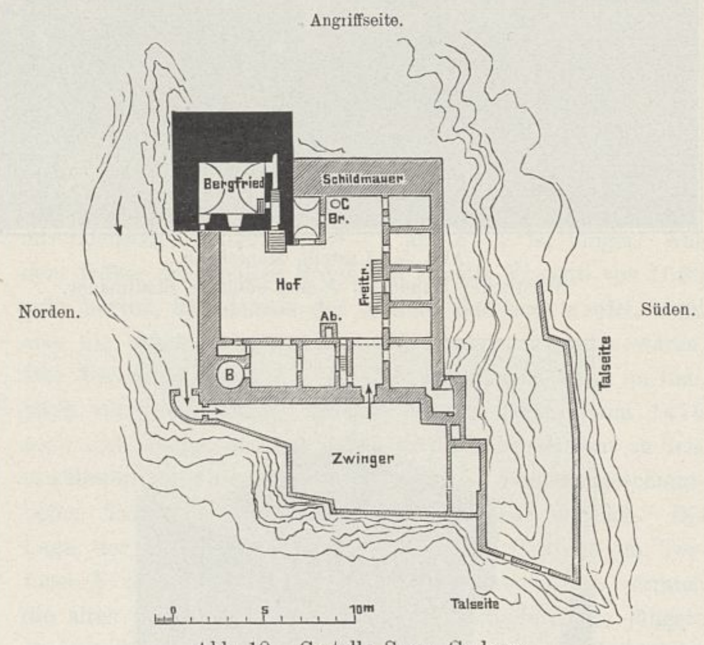


Abb. 10. Castello Sasso Corbaro.
(Nach: Rahn, Mittelalterliche Kunstdenkmäler Tessins.)

sehen; an den Flur schlossen sich links und rechts Wohnräume der Beamten an. Das Dach des zweistöckigen Westbaues war ein Satteldach, das des einstöckigen Südbaues ein Pultdach; hinter ihnen zogen die Wallgänge her. Ein Abort ist in den Hof eingebaut; *B* ist der mehrfach erwähnte Backofen; bei *C* der Brunnen (*cisterna*). Ein kleiner Turm mit flachen Balkendecken springt an der Südwestecke vor; wie die Scharten lehren, zur Beherrschung der Mauerfluchten. Diese Beherrschung wurde außerdem durch kleine erkerartige Vorsprünge der ausgekragten Zinnenkränze an der Südost- und Nordwestecke noch ergänzt. Wie bereits bekannt, ist der eigentliche Turmbau der Nordostseite älter; das zeigt auch sein Grundriß durch ein verbautes Fenster an der Westseite. Seine Ostmauer hat — als am meisten dem Angriff ausgesetzt — die beträchtliche Stärke von 5 m. Der Zugang erfolgt durch eine kleine Freitreppe, innerhalb der Südmauer durch ein ausgespartes Treppchen zum ersten Stocke. Das Erdgeschoß ist tonnenüberwölbt. Im ersten Stocke ist neben dem Treppenabsatz der Abtritt ausgespart und mit flachem Steindache gedeckt. Im gleichen Geschosse ist noch ein Kamin, sowie eine stichbogengedeckte Kammer.

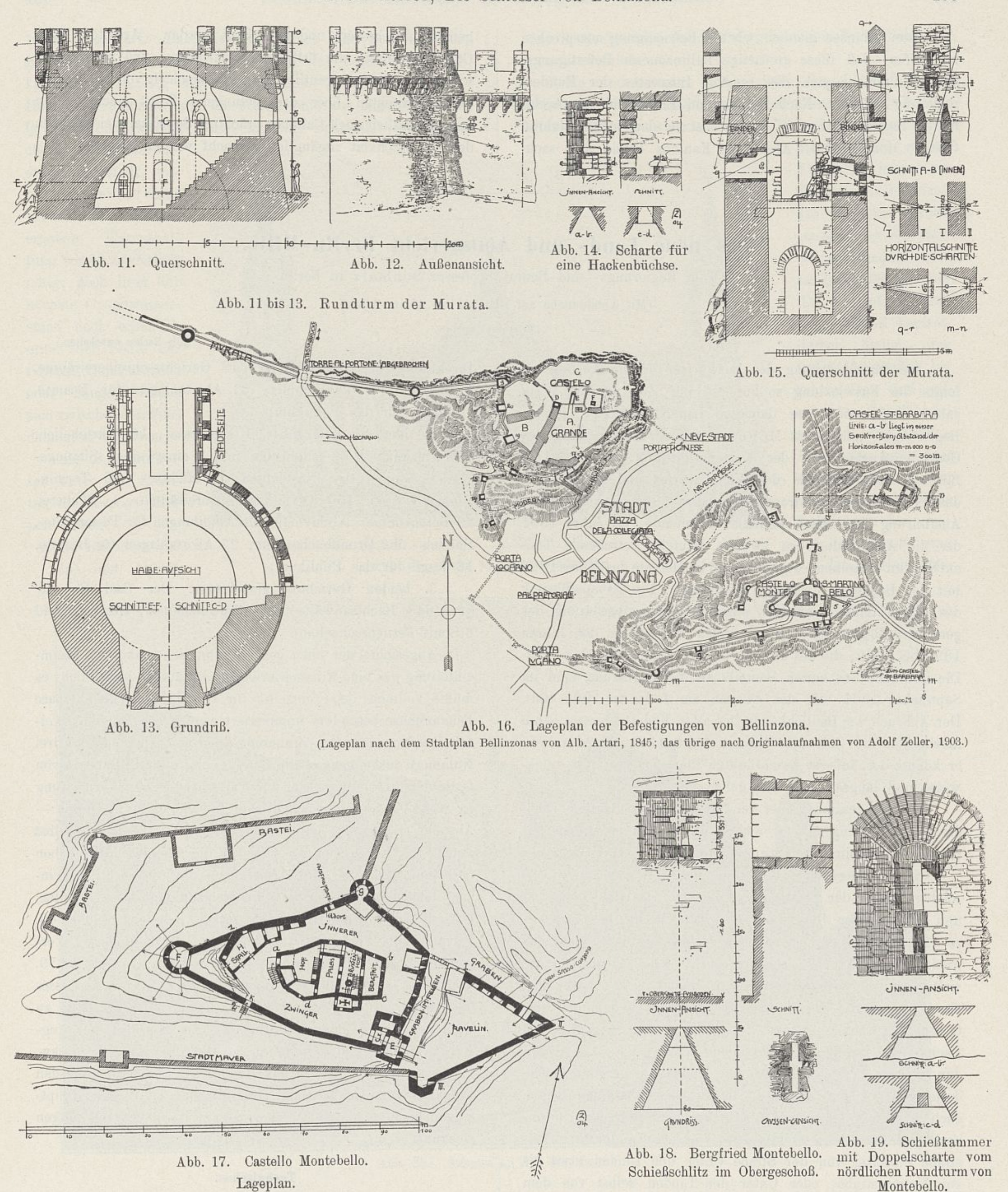


Abb. 11. Querschnitt. Abb. 12. Außenansicht.

Abb. 11 bis 13. Rundturm der Murata.

Abb. 13. Grundriß.

Abb. 14. Scharte für eine Hackenbüchse.

Abb. 15. Querschnitt der Murata.

Abb. 16. Lageplan der Befestigungen von Bellinzona.
(Lageplan nach dem Stadtplan Bellinzonas von Alb. Artari, 1845; das übrige nach Originalaufnahmen von Adolf Zeller, 1903.)

Abb. 17. Castello Montebello. Lageplan.

Abb. 18. Bergfried Montebello. Schießschlitz im Obergeschoß.

Abb. 19. Schießkammer mit Doppelscharte vom nördlichen Rundturm von Montebello.

Die höheren Geschosse (II. und III. Stock) sind durch Holztreppen zugänglich; letzteres ist außerdem durch starke Verjüngung der Mauern vergrößert und in zwei Räume geteilt, deren äußerer östlicher als Verteidigungsgang neben Fenstern mit einer Anzahl Schlitzschießscharten versehen ist. Das oberste (V.) Stockwerk war wohl in Fachwerk hergestellt. Die beigegebene Text-Abb. 10 haben wir nach der entsprechenden bei Rahn in einfachen Linien dargestellt; für die Ansicht von Nordost und der des Inneren kann auf denselben Autor verwiesen werden.

Zum Schlusse glauben wir mit Befriedigung aussprechen zu dürfen, daß diese großartige Bellinzoneser Befestigungsanlage nunmehr sich des regsten Interesses der Bundesregierung erfreut. Nach Plänen und Entwürfen des Architekten Eugen Probst in Zürich, ist in den letzten Jahren Castello Montebello als Archiv des Kantons Tessin sehr sachgemäß ausgebessert und ausgebaut worden. Architekt Änea Callone leitete die örtlichen Bauarbeiten, und es wäre zu wünschen, daß gelegentlich eine Sonderschrift von dem leitenden Architekten über das gelungene Werk erschiene, in der namentlich auch Callones prächtige Sepiatuschzeichnungen der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden könnten.

Das neue Land- und Amtsgericht Berlin-Mitte.

Vom Regierungs- und Baurat Professor Schmalz in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 44 bis 48 im Atlas.)

(Fortsetzung.)

Die Durcharbeitung des Entwurfes für die Ausführung folgte der Entwicklung so gut es ging Zug um Zug. Im Jahre 1895 wurde der damalige Landbauinspektor, jetzige Regierungs- und Baurat Mönnich mit der Ausarbeitung des Gesamtentwurfes und der Kostenermittlung für die Ausführung nach Maßgabe des Vorentwurfes und des Standes des Programmes beauftragt. Im Jahre 1896 wurde der die Ausführung des ersten Bauteils betreffende, im Jahre 1901 der die Ausführung des zweiten Bauteils betreffende Teilentwurf im einzelnen festgestellt und im Herbste des Jahres 1896 mit der Bauarbeit überhaupt begonnen. Die Bauausführung des ersten Bauteils erfolgte unter örtlicher Oberleitung des genannten Regierungs- und Baurates Mönnich in den Jahren 1896 bis 1900, die des zweiten in den Jahren 1901 bis 1904. Die Übergabe des ersten Bauteils an die Benutzung fand im September 1900, die des zweiten am 1. Januar 1905 statt. Der Abbruch der Baulichkeiten des alten Kadettenhauses nahm inzwischen die Zeit des Winters 1900/1901 in Anspruch; er konnte des äußerst beschränkten Platzes wegen nur stückweise und langsam vor sich gehen.

Für die gesamte Dauer der Bauzeit beider Bauteile ruhte die oberste Leitung ununterbrochen in der Hand des Ministerialreferenten Geheimen Oberbaurats Thoemer.

Es ist bemerkenswert, sich an einigen Angaben die Größe solcher Organe der Staatsverwaltung, wie das Haus eines ist und wie sie der Riesenleib der Stadt Berlin jetzt fordert, zu vergegenwärtigen, zumal das vorliegende noch nicht das größte seiner Art ist, sondern durch den Neubau der Erweiterung des Kriminalgerichts in Moabit nicht unerheblich überboten wird. Die Länge der Flure in jedem der vier Geschäftsgeschosse beträgt gegen 1,27 km; ausschließlich Dach- und Untergeschoß also mehr als 5,1 km; die Anzahl der Fenster übersteigt 3000. Die aneinander gereihte Fläche derjenigen Fronten allein, an denen Geschäftsräume liegen, auch an den Höfen würde über 1 km lang sein, also in unverkürzter Höhe von 21 m abgewickelt z. B. in der Friedrichstraße einseitig von der Straße Unter den Linden etwa bis zur Zimmerstraße, oder Unter den Linden selbst von dem Brandenburger Tor bis zum Opernplatz reichen. Die Länge der drei Straßenfronten allein beträgt über einen halben Kilometer.

An baulich besonders bewerteten und gekennzeichneten bezw. ausgebildeten Räumen stehen nunmehr zur Verfügung:

1. dem Landgericht: 1 Plenarsaal, 6 Wartehallen, 21 Sitzungssäle, 1 Zimmer des Präsidenten, 12 desgl. der Direktoren, 19 Terminzimmer, 48 Gerichtsschreibereiräume, 1 Bücherei, 6 Botenzimmer, 31 Abortanlagen für Beamte, 10 desgl. für das Publikum;

2. dem Amtsgericht: 1 Plenarsaal, 16 Wartehallen, 7 Wartezimmer, 43 endgültige und 8 einstweilige Sitzungssäle, 1 Zimmer des Präsidenten, 46 Richter- und Terminzimmer, rund 150 Gerichtsschreibereiräume, 1 Bücherei, 29 Botenzimmer, Archive für die Abteilungen für Testaments-, Handels- und Grundbuchsachen, 27 Abortanlagen für Beamte, 16 desgl. für das Publikum;

3. beiden Gerichten gemeinsam: Der Saal für die (jetzt 648) Rechtsanwälte (nebst Sprechzimmer, Bücherei und 6 Stadt-Fernsprechzellen).

Angesichts der oben geschilderten schwankenden Raumeinteilung war eine Nummerierung nach Räumen unmöglich, es mußte vielmehr jede einzelne für Geschäftszwecke nutzbare Fensterachse besonders nummeriert werden, so daß ein zweiachsiger Raum eine Doppelnummer, ein dreiachsiger eine aus drei Nummern zusammengesetzte Bezeichnung erhielt. Dabei ist von fortlaufender Nummerierung durch alle Geschosse zur Vermeidung zu großer Zahlen — sie wären zum Teil vierstellig geworden — Abstand genommen; unter Bezeichnung der Geschosse selbst mit E für Erdgeschoß, I—IV für die Obergeschosse haben in jedem Geschosse mit 1 beginnend die senkrecht übereinanderliegenden Achsen stets die gleichen Nummern erhalten. Die Achszahlen jeden Geschosses steigen in dieser Form bis 260. Portale und Wartehallen zählen für sich besonders. Vorladungen des Publikums in der Form: „Portal 4. II. 177/179, Wartehalle 16" schließen jede Möglichkeit eines Mißverständnisses über das Ziel der Vorladung aus. Den im Einzelfalle zu wählenden Weg geben zahlreiche, sehr ausführliche Wegweiser an den Flurtreffpunkten, in den Treppenhäusern usw. Für den ersten Eintritt in das Haus erteilen außerdem in den Eingangshallen umfassende Verteilungstafeln, in den Haupteingangshallen 1 und 2 auch Gesamt-Grundrißzeichnungen Auskunft.

Technisches.

Zu den konstruktiven Maßnahmen der Bauausführung dürften folgende Bemerkungen genügen:

Die Fundamente, deren Tiefe in Folge der Durchsetzung des Bodens mit ehemaligen Wallgräben und Wasserläufen oder Mauerzügen wechselte und zum Teil bis 5 m groß war, sind in Stampfbeton in Mischungen von 1:7 bis

1:10 ausgeführt. Dabei ist rechnerisch eine Pressung des guten Baugrundes bis zu 3 kg/qcm, des Beton bis zu 12 kg/qcm als zulässig angesehen worden. Wo die verfügbare Höhe es ermöglichte, sind die Fundamente aus einzelnen Pfeilern auf durchgehender, 0,80 m hoher Sohle mit oder ohne obere Bogenverbindung hergestellt, wobei sich zum Teil recht verwickelte Formen ergaben. Wasserhaltung wurde wiederholt nötig, doch liegt der höchste Grundwasserstand noch erheblich unter der Sohle der tiefsten Heizkammern oder Gänge, welche sich zwischen den Fundamenten befinden.

Als Besonderheiten unter den Arbeiten des Maurers können gelten:

a) die Bauweise der Zu- und Abluftröhren des ersten Bauteiles aus den sogenannten Soltauschen viereckigen Tonrohrverbindungen;

b) die Herstellung der entsprechenden Röhren des zweiten Bauteils als offene mit besonders gebrannten, ausgefalzten Steinen eingefaßte Schlitze, welche nach vollendeter Ausführung des Mauerwerks vor dem Putzen mit 6 cm starken, nach Maß gebrannten Tonplatten zugesetzt wurden.

Beide Anordnungen hatten ihren Grund in dem Bestreben, den Mauerverband in den besonders stark belasteten Pfeilerquerschnitten zwischen je zwei Türen tunlichst wenig zu zerreißen; die zweite Anordnung besitzt vor der ersteren den Vorzug, daß die Rohre für die ganze Dauer des Rohbaues zugänglich, also reinigungsfähig und ihr Verlauf ebensolange überall kontrollierbar bleibt, was unter Umständen bei zahlreichen und gemischten Rohrführungen (Zu- und Abluft-, Rauchrohre usw.) zwischen einander von außerordentlicher Wichtigkeit sein kann.

c) die Ausführung der $1/2$ Stein starken freitragenden Zwischenwände im zweiten Bauteil mit Schichtenführung in Bogenform (Text-Abb. 31).

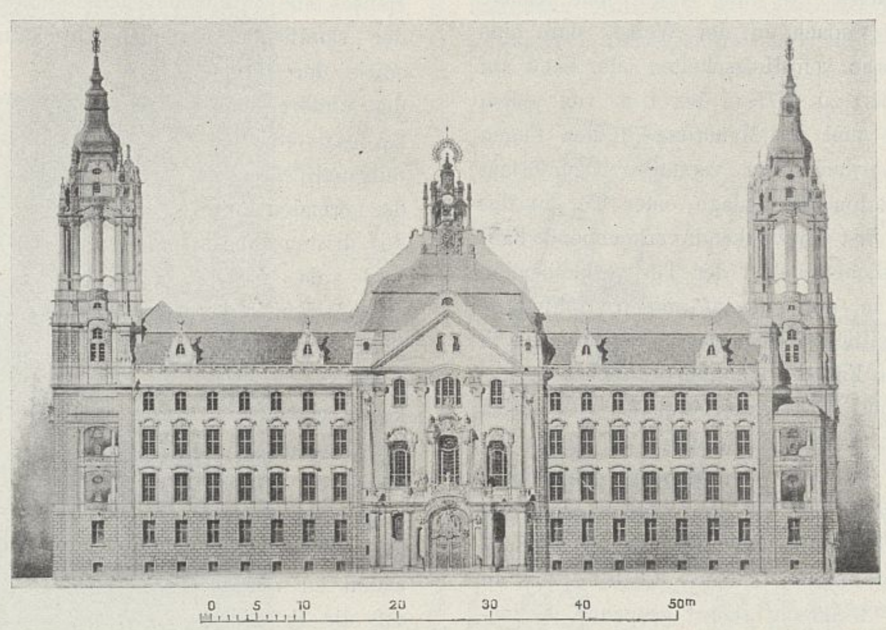
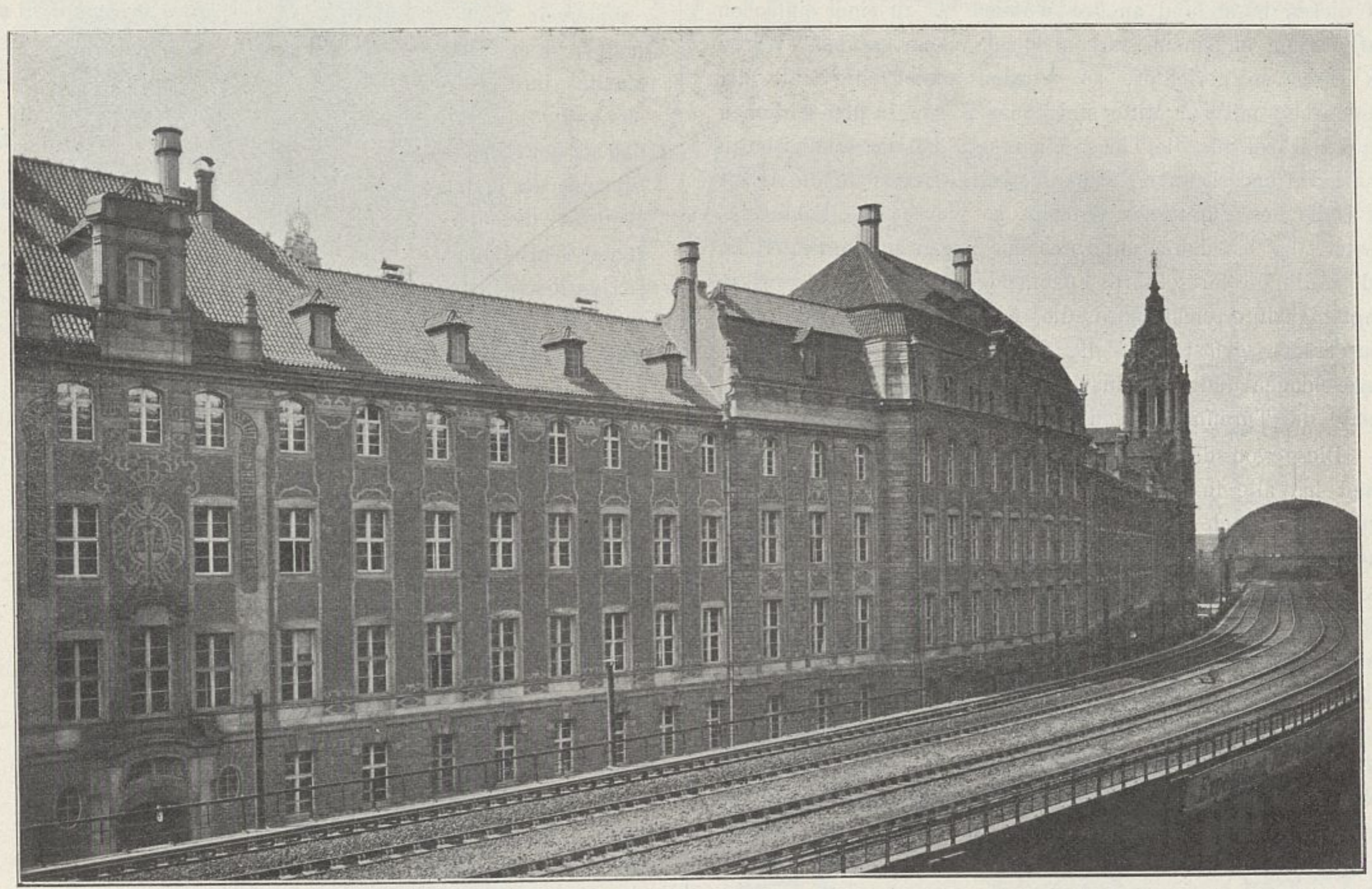


Abb. 24. Front an der Grunerstraße.


Abb. 25. Ansicht an der Stadtbahn.

Es bestand der Wunsch, mit den, wie oben erwähnt, nicht baulich bestimmten Trennwänden der einzelnen Räume die die Decken tragenden I-Träger aus Gründen der Sparsamkeit tunlichst nicht zu belasten. Dagegen erschienen

die die Trägerauflager tragenden Pfeiler der Front- und Flurwände sowohl stark genug in sich, als auch mit ausreichender Oberlast versehen, um die Eigenlast der Zwischenwand und den Schub ihrer bogenförmigen Fugenführung ohne Gefahr mit zu übernehmen. Die Ausführung geschah in porigen Vollsteinen zunächst für eine Wand ohne Anlage einer Tür in der Mitte einfach in der Weise, daß eine schwach bogenförmige Bahn von Holzscheiten oder Sand auf der Mitte der Träger bis zu 0,75 m bis 1 m von jedem Ende aufgebracht wurde und die Mauerung in den Fugen jeder Schicht parallel schwach oder verstärkt bogenförmig bis obenhin folgte; weiterhin bei Anlage einer Tür in der Mitte der Wandlänge (der fast durchgehends vorkommende Fall) in der Art, daß die seitlichen neben der Tür verbleibenden Lappen an Bandeisen in den bogenförmigen Höhlungen einerseits und an den seitlichen Mauerpfeilern anderseits in Höhe von 2 m über dem Fußboden aufgehängt wurden.

Die Reihenfolge der Einzelverrichtungen war dabei folgende: Die Bandeisen, welche die Lappen zu tragen bestimmt waren, wurden an dem Unterflansch des oberen Trägers in einem Abstand, daß sie die spätere Türbreite zwischen sich ließen, einstweilig befestigt, durch Spanner zu dem Oberflansch des unteren Trägers herab — bis zu etwa 8 cm von diesem — senkrecht scharf gespannt, beiderseits mit etwas Gefälle gegen die Enden des Trägers vollends auf diesen herab und an den Wänden bis zu einer einfachen Aufhängung an einem starken Bolzen empor geführt. Waren die Eisen so gerichtet, so wurden gleichzeitig mit der Mauerarbeit mit zur Mitte steigenden Fugen in den seitlichen Lappen Dübel für die Tür so eingelegt, daß das Bandeisen in sie eingriff und sie unverrückbar festlegte. Hatte dann die Arbeit die Höhe des Türsturzes erreicht, so wurde eine Bohle eingesetzt, der bis dahin unterbrochene Bogen zusammengeführt und sobald die fortgeführte Fugen-Bogenwölbung eine gewisse Tragfähigkeit erreicht hatte, die oberen Enden der Bandeisen vom Träger gelöst, auf die freien Lagerfugen beiderseits umgeschlagen und mitvermauert. Nach Abbindung der Masse konnte die Türöffnung nach Bedarf geschlossen werden.

Diese von dem Mauermeister Tesch-Berlin angegebene Wand hat alle in sie gesetzte Erwartungen bis jetzt befriedigt, besitzt auch in den Lappen eine ganz außerordentliche Stabilität, ist, wenn beiderseits gerohrt und geputzt, durchaus ausreichend schalldämpfend, nagelbar, stemmbar und deformiert sich nicht. Da ein Musterschutz auf ihrer Ausführungsweise nicht ruht, ist sie inzwischen des öfteren anderweit zur Anwendung gebracht worden, sie dürfte wohl auch wegen ihres geringen Eisengerüstes, sowie wegen der Einfachheit und Billigkeit ihrer Herstellung den Vorzug vor vielen anderen, gleichen Zwecken dienenden, gesetzlich geschützten Ausführungsweisen verdienen. Ihre normale Spannweite zwischen den Tragwänden war 6 m. Die letzteren haben bei 51 cm Stärke den Schub der bogenförmigen Fugen, da sie selbst gerade in der Anfallfläche der Wände durch die Deckenträger unter der verstärkten Belastung stehen, ohne weiteres aufgenommen.

d) Die in jeder Flurachse in den Mittelwänden der Flügel angelegten Türnischen wurden aus Gründen der Sparsamkeit und aus statischen Gründen (die durch Röhrenführung weitgehend geschwächten Pfeiler zwischen den Türen sollten nicht den Seitenschüben gewölbter Türsturze ausgesetzt werden) ohne Unterbrechung durch alle Geschosse hindurch- und die Zimmerdecken daher jedesmal glatt in sie hineingeführt (Text-Abb. 29).

Die Deckenbildung ist in allen Räumen und Teilen des Hauses eine vollkommen massive und feuersichere. Die Decken der sämtlichen normalen Geschäftsräume aller Geschosse, sowie der Räume des Untergeschosses des zweiten Bauteils und die Decken der normalen Flure des dritten Stocks sind als Eisenbetondecken in der Form der inzwischen allgemein bekannt gewordenen sogenannten Koenenschen Voutenplatten ausgeführt. Es verdient erwähnt zu werden, daß die Erfindung dieser Bauweise seinerzeit überhaupt dem Umstande ihre Entstehung verdankt, daß bei der Bauausführung des ersten Bauteils der derzeitige Oberleitende, jetzige Regierungs- und Baurat Mönnich mit Rücksicht auf das normale Achsmaß des Hauses von 3,12 m und auf die weitgehende und gleichmäßige Geltung desselben die Aufgabe einer tunlichst glatten, einfachen, hochgelegenen, in der Steghöhe der Achsträger auslaufenden massiven Decke für diese Spannweite unter Vermeidung von Zwischenträgern zur Bewerbung stellte. Die von dem Generaldirektor der Aktiengesellschaft für Beton- und Monierbau, Regierungs-Baumeister a. D. Koenen, daraufhin erbrachte und im Beisein der Bauverwaltung durch Probebelastungen und Versuche als allen Anforderungen entsprechend bewiesene Lösung, eben die nachher sogenannte Koenensche Voutenplatte, war gerade für den gegebenen Fall einer von Achsträger zu Achsträger ununterbrochen weiterlaufenden Decken-

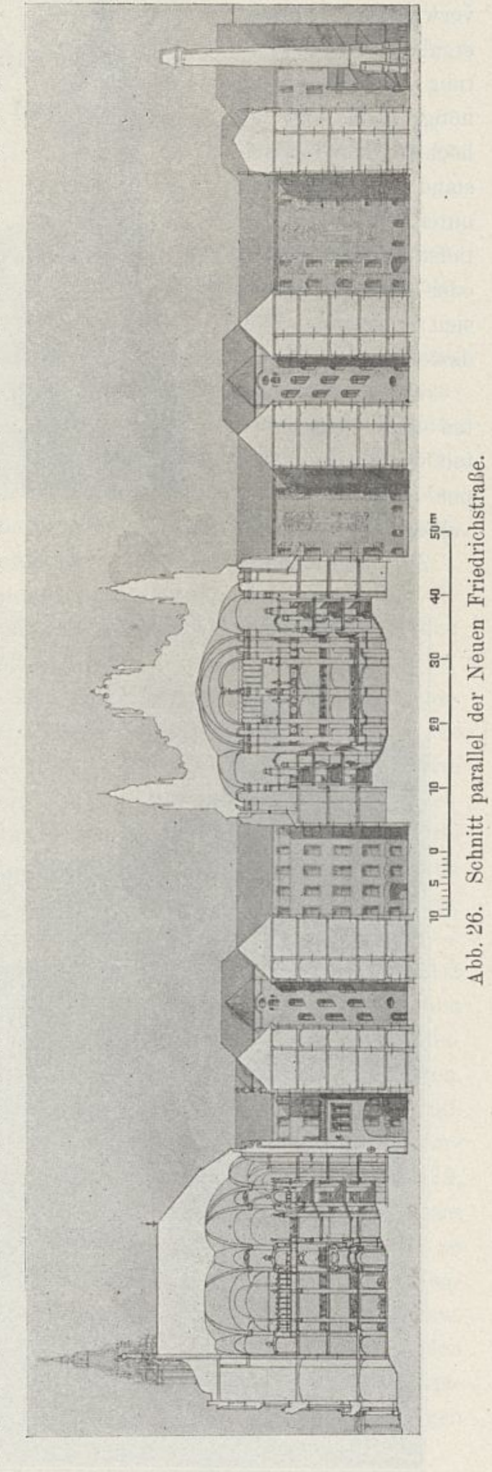


Abb. 26. Schnitt parallel der Neuen Friedrichstraße.

platte, eine vollkommene; sie ist inzwischen derart in den allgemeinen Gebrauch übergegangen, daß die Gelegenheit ihrer Herkunft ganz vergessen worden ist. Sie ist von dem Erfinder selbst weiter vervollkommnet und dient bekanntlich jetzt auch für größere Spannweiten. Auch die in ihren Anschlüssen des tragenden Auflagers an Mauerwerk im Anfang vorhandenen geringen Schwierigkeiten sind längst einwandfrei gelöst.

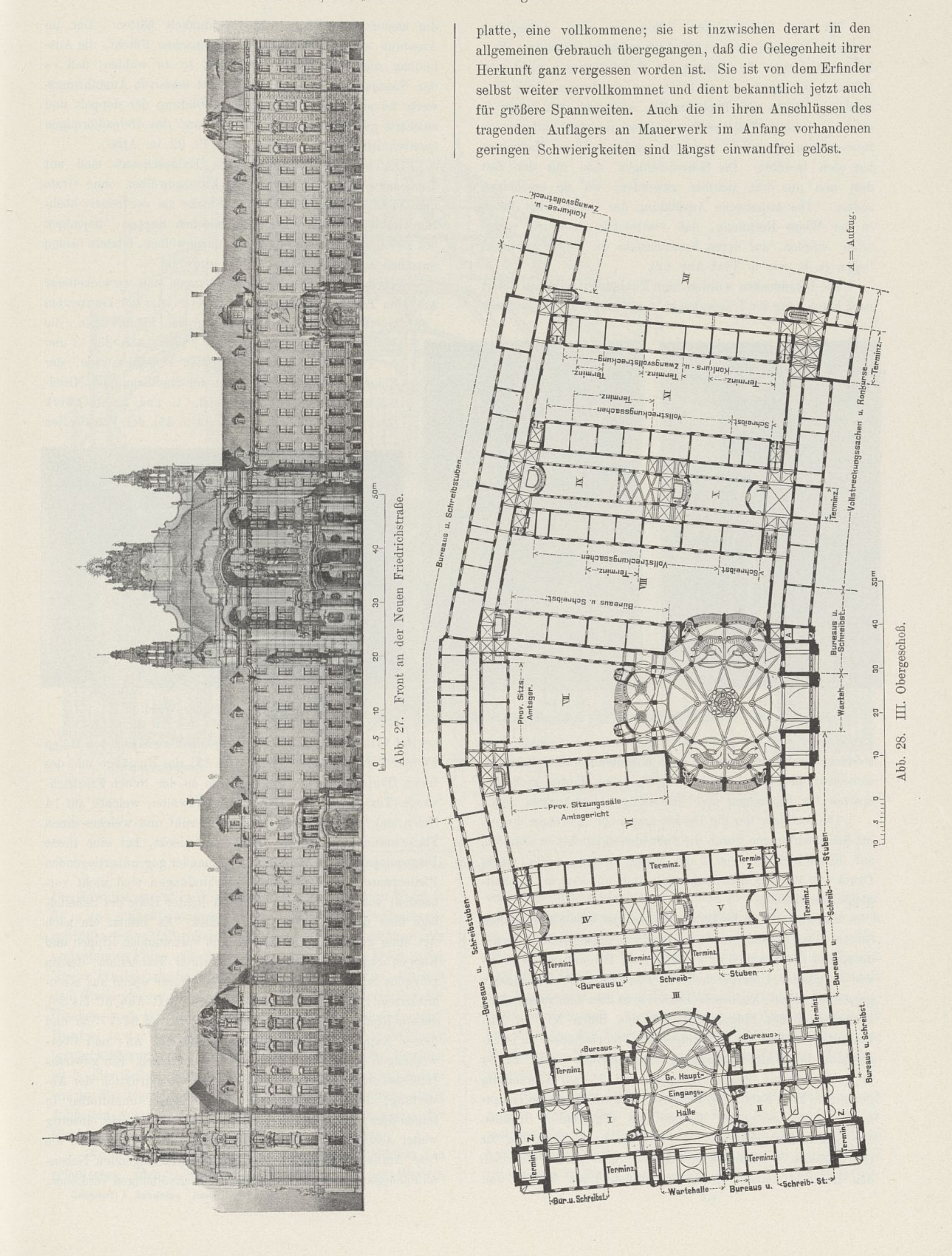


Abb. 27. Front an der Neuen Friedrichstraße.

Abb. 28. III. Obergeschoß.

Da die Plattendecken schon bei dem diesseitigen normalen Raumteil von 3,12 : 6,00 m ohne besondere Vorkehrungen gegen die Bildung von Schwinderissen nicht ausführbar erschienen, so sind sie von vornherein durch Einlagen von Blech- oder Papierstreifen senkrecht zum Träger je in drei getrennte Teile zerlegt und so die etwa auftretenden Bewegungen künstlich begrenzt worden. Diese Maßnahme hat sich bewährt. Die Schwindefugen sind mit der Zeit dort und nur dort sichtbar geworden, wo sie erscheinen sollten. Die ästhetische Ausbildung der Decke trägt ihnen in der Weise Rechnung, daß vortretende Quergurte vorgesehen wurden, auf deren Schattenseite die Fugen versteckt liegen (z. B. wie in Text-Abb. 62).

Die Betondecken wurden nach Tunlichkeit jedesmal sofort nach Erreichung der Trägergleiche in weitestgehendem Umfange

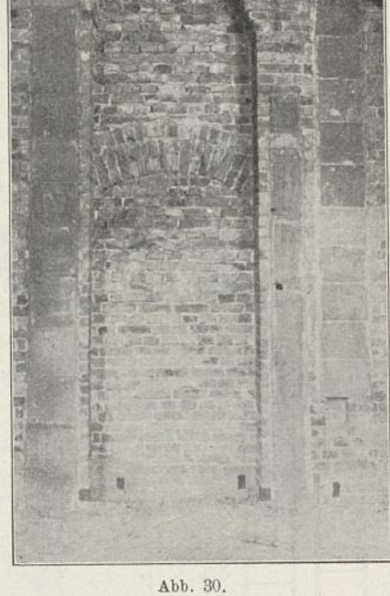


Abb. 29. Abb. 30.

Abb. 29 u. 30. Rohrschlitzverkleidung vor und nach dem Schluß.

ausgeführt, weil sie nicht allein eine sehr erwünschte Versteifung der Mauern, sondern auch bedeutend erhöhte Betriebssicherheit und eine bei dem Umfange des Hauses große Ersparnis für Rüstungen und einstweilige Abdeckungen ergab.

Die Auflager der die Decken tragenden I-Träger liegen, um Schallwirkungen durch die Fußböden möglichst zu dämpfen, auf Eisenfilzplatten von 2 cm Stärke, welche unter einem Druck von 3000 kg/qcm hergestellt sind, und sind mit Asphaltpappe umwickelt.

Sämtliche Flure des Erdgeschosses, des ersten und zweiten Stocks, alle Vorräume, die besonders bevorzugten Räume, ferner die Kassen (Text-Abb. 63), Turmzimmer, Botenräume usw., sowie das gesamte Untergeschoß des ersten Bauteils haben massiv gewölbte Decken; Kleinesche Decken sind über dem ausgebauten Dachgeschoß des Flügels zwischen den Höfen XI und XII, Rabitzdecken über den Endigungen der Treppenhäuser im Dachgeschoß, der Haupteingangshalle Grunerstraße (vergl. Bl. 24 im Atlas) und den beiden Plenarsälen (Bl. 23) zur Anwendung gebracht. Eine Rabitzgewölbedecke hat auch die große Haupttreppenhalle des ersten Bauteils aus allgemeinen Gründen der Sparsamkeit erhalten und weil an dieser Stelle die für eine massive Wölbung erforderlichen Strebepfeiler innerhalb des Hofes III einen unzulässig großen Platz besetzt und die anstoßenden Räume sehr verdunkelt hätten. Der im Anschluß hieran erwachsenden ästhetischen Pflicht, die Ausbildung und Form dieses Gewölbes so zu wählen, daß es den Stempel der Freiheit einer nicht massiven Ausführungsweise an sich trägt, ist durch die Bildung der doppelt und auswärts geschwungenen Gurtbögen und des dreipaßförmigen Querschnittes genügt worden (vgl. Bl. 22 im Atlas).

Die normalen Flurgänge des Erdgeschosses sind mit Tonnengewölben oder römischen Kreuzgewölben ohne Grate und Gurte, diejenigen des ersten Stocks als des relativ höchsten Geschosses mit flachen böhmischen Kappen, diejenigen des zweiten Stocks mit busigen Kreuzgewölben, letztere beiden zwischen ausgesprochenen Gurten, gewölbt.

Von den übrigen massiven Wölbungen sind verwickelterer Art, zum Teil mit doppelt geschwungenen oder sich kreuzenden Gurtbögen bei ungewöhnlich großen Spannweiten: die Wölbungen der Eingangshallen 2 (Text-Abb. 33), 3 und 4 (Text-Abb. 55) an der Neuen Friedrichstraße, der Eingangshallen 6a und 6b an der Stadtbahn, des Mittelflures daselbst im Erdgeschoß, 1. und 2. Stockwerk (Zickzackgewölbe, Text-Abb. 34 u. 35), der Wartehallen

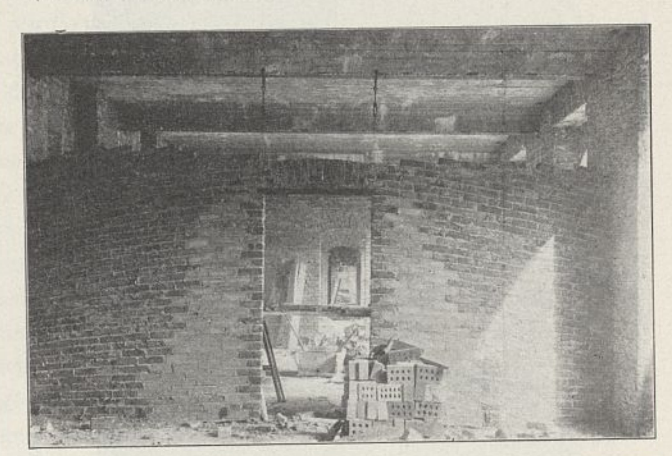


Abb. 31. Teschsche Wand.

am Hof VII (Text-Abb. 54) und derjenigen zwischen den Höfen IV und V und IX und X (Text-Abb. 53), der Umgänge und des freien Hauptraumes der großen Halle an der Neuen Friedrichstraße (Text-Abb. 32). Das letztere Gewölbe, welches auf 14 freien und 7 Wand-Werksteinpfeilern ruht und welches einen Flächenraum von nahezu 1000 qm bedeckt, hat eine lichte Diagonalspannweite zwischen den einander gegenüberliegenden Pfeilerpaaren (axiale Gurtbogenverbindungen sind nicht vorhanden) von 22,50 m bei 30,50 m lichter Höhe der Scheitellage über dem Fußboden des Raumes. Es besitzt ein nach Art eines gotischen Sterngewölbes in vortretenden Rippen und Kappen gegliedertes Gefüge aus porigen Vollsteinen, dessen polygone Schlußsteine der schwierigen Form wegen aus eisenarmiertem Stampfbeton hergestellt sind (Text-Abb. 36 bis 38), dessen Rippen Querschnitte von 38/51 bis zu 51/77 cm und dessen Kappen bei entsprechend verstärkten An- und Überwölbungen eine Dicke von $^1/_2$ bis 1 Stein haben. Ein gewisses Interesse an dieser Ausführung mag die Konstruktion der Absteifung, des Hauptgewölbes in den Ecken unmittelbar in seinen Kämpfern durch strebebogenartig anschließende, einseitig weiter absteigende Gewölbe (Text-Abb. 39 u. 40), sowie die freie Aufhängung der vier seitlichen durchhängenden Nebenschlußsteine an oberen parabolischen Überwölbungen verdienen.

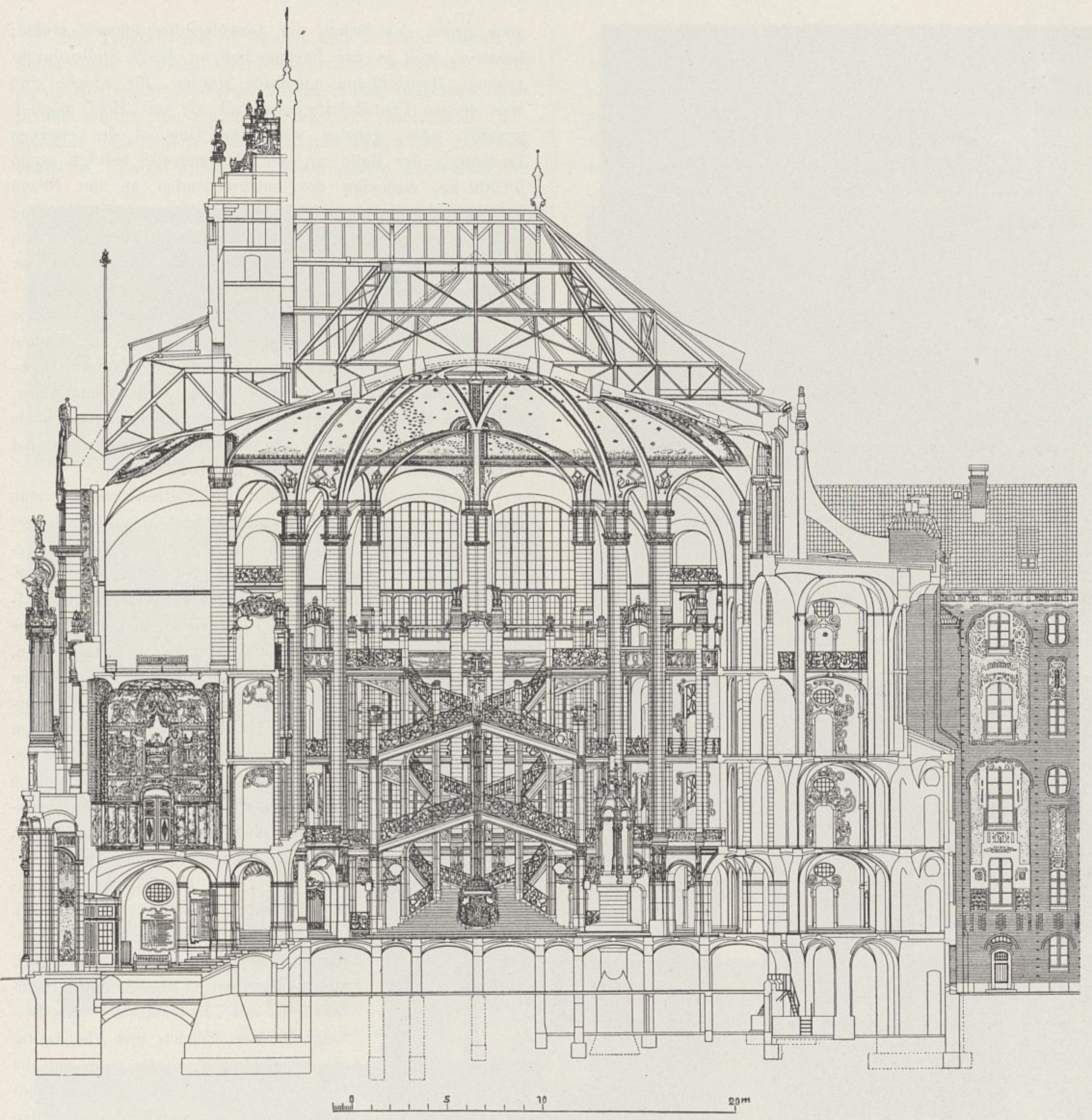


Abb. 32. Schnitt nach der Tiefe der Haupthalle an der Neuen Friedrichstraße.

Das Gewölbe spannt in den Hauptachsen von Wand zu Wand je 36 m und schließt zusammenhängend den durch alle Geschosse gehenden freien Hallenraum, die beiden Haupttreppenhäuser, die umlaufenden Flure und die im dritten Stock an der Front in der Neuen Friedrichstraße gelegene Wartehalle ein. Die zwischen den Strebepfeilern in den unteren Geschossen verbleibenden Nischen sind mit zu den Innenräumen selbst hinzugezogen. Das frei in der Luft hängende Gesamtgewicht dieser Wölbung beträgt schätzungsweise 300 000 bis 500 000 kg. Das Gewölbe ist in allen Teilen sorgfältig abgeglättet, abgewässert und ebenso wie das Rabitzgewölbe der Haupthalle an der Grunerstraße durch doppelten Anstrich mit Wasserglas bezw. Adiodon gegen das Eindringen von Tagesfeuchtigkeit geschützt worden.

Wo die Standfestigkeit oder Belastungsverhältnisse das erforderten, oder Gebäudeteile den Wirkungen des Wetters oder Beschädigungen usw. besonders preisgegeben erschienen, ist das Ziegelmauerwerk wie namentlich im Äußeren, so auch im Inneren durch Werksteine ersetzt oder verblendet worden, alle äußeren und die im Inneren besonders gefährdeten Kanten sind durch Werksteine geschützt, zwischen denen die Flächen des Mauerwerks in besonders durchgebildeten Zierweisen verputzt worden sind. Isolierte Stützen des Inneren sind meist aus Gründen der Vergrößerung des Verkehrsraumes auf den Mindestquerschnitt gebracht und aus tragfähigem Werkstein ausgeführt.

Sowohl zum Mauern, wie auch zu den äußeren und inneren Putzarbeiten wurde, abgesehen von den Fällen, in welchen Zement notwendig war, ausschließlich natürlicher hydraulischer Kalk (aus Förderstedt bei Magdeburg und Steudnitz a. d. Saale) verwendet und zwar für den Putzüber-



Abb. 33. Wölbung der Haupteingangshalle an der Neuen Friedrichstraße.





Abb. 34. Abb. 35.

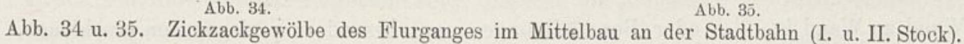


Abb. 34 u. 35. Zickzackgewölbe des Flurganges im Mittelbau an der Stadtbahn (I. u. II. Stock).

zug des Äußeren namentlich mit Rücksicht auf eine gleichmäßige natürliche Färbung, da es bei der gewaltigen Ausdehnung der betreffenden Flächen ein unbedingtes Gebot der Sparsamkeit war, einen Farbschutzanstrich für immer entbehrlich zu machen.

Die Dachstühle des Hauses, auch der Türme, sind aus Holz hergestellt, eiserne Dachstühle haben die beiden Mittelbauten an der Gruner- und Neuen Friedrichstraße und der Flügel zwischen den Höfen XI und XII erhalten; erstere, weil hier die großen Wölbungen so weit und so unregelmäßig in den Dachraum hineinragen, daß eine Holzkonstruktion schwer auszuführen gewesen wäre, und weil die Konstruktion gleichzeitig die Verankerung der Umfassungswände auch gegen den Schub der Gewölbe übernehmen mußte; letzterer, weil in das Dachgeschoß an dieser Stelle durchgehends Bureauräume eingebaut wurden, für welche eine weit freiere Überdeckungsform, als sie mit Holz möglich gewesen wäre, geboten war. Das Gewicht des eisernen Dachstuhls der Halle an der Grunerstraße beträgt gegen 50000 kg, dasjenige des entsprechenden an der Neuen Friedrichstraße einschließlich der zugehörigen Verankerung und des Tragewerks des Frontaufbaues rd. 131000 kg. Auch der kleine Dachstuhl des Kesselhauses ist aus Gründen der Feuersicherheit aus Eisen.

Die Eindeckung der von der Straße sichtbaren, sowie der gekrümmten Dachflächen erfolgte in Mönchen und Nonnen aus Ludwigsburg bei Moschin in Posen, die übrigen Dachflächen sind mit holländischen Pfannen, zumeist aus Algermissen in Hannover, teilweise auch mit Biberschwänzen als Kronendächer eingedeckt. Die Turmhauben, Vorbauten und Erker erhielten Bleibedachungen auf Holzschalung.

Sämtliche Dächer, Türme und Spitzen besitzen eine sorgfältig und zusammenhängend durchgeführte Blitzableiteranlage. Es sei erwähnt, daß schon jetzt mehrfache Blitzschläge, wie Spuren (namentlich am Nordturm der Grunerstraße) zeigen, durch die Ableitung für das Haus unschädlich gemacht worden sind. — Die Abdeckungen der Gesimse und Fenstersohlbänke, die Dachkehlen, die Rinnen, die verzierten Rinnenkasten und Abfallrohre sind aus Zink hergestellt. Die Rinnen der Höfe hängen vor den Hauptgesimsen frei auf schmiedeeisernen, verzierten Stützenreihen, welche namentlich in den Höfen des Amtsgerichts eine wechselvolle Ausbildung, zum Teil als Schrift- oder Ornamentenfriese, zum Teil als flächige Agraffenfolgen erfahren haben (Text-Abb. 41 u. 42).

Die Fußböden sämtlicher Geschäftsräume bestehen aus reinem Gipsestrich aus Walkenrieder sogenanntem Hochbrandgips mit Linoleumbelag. Als Bettung für den Estrich und gleichzeitig als Schalldämpfer dient eine auf die massiven Decken aufgebrachte Sandschicht von 3 bis 5 cm Stärke. In den Fluren und Vorräumen liegt Linoleum auf gleichem Estrich und Sandunterlage in besonderen Führungen, Streifen und Läufern mit Abzweigen zu den Türen; die die entstehenden Figuren einrahmenden Friese sind aus Belag von roten Fliesen von Schwandorf in Bayern auf Schlackenbetonunterlage hergestellt.

Die großen Haupthallen, deren untere Fußbodenmitten besondere Zierfliesenbeläge bilden, haben in ihren geschwungen geführten Umgängen als Ersatz für die hier nicht verwendbaren Platten Terrazzobeläge. Die Aborträume besitzen weiße oder schwarzweiße Fliesenböden und teilweise entsprechende Wandbekleidungen, das Untergeschoß in den Wohnräumen zum Teil Stabfußboden in Asphalt, zum Teil Riemenfußboden auf Lagerhölzern, in den übrigen Räumen und Fluren Zementestrich.

Die Treppen sind in Stufen und Podesten überall in Stampfbeton zwischen Eisenkonstruktionen ausgeführt. Auf die in Monierbauweise hergerichteten rauhen steigenden Laufplatten wurden die einzelnen Steigungen nachträglich aufgesattelt und in Setz- und Trittstufenflächen mit Linoleum bekleidet. Dabei wurde der einspringende Kantenstoß der Flächen einfach scharf zusammengeschnitten, die vorspringenden Vorderkanten dagegen mit besonderen Walzmetallschienen gesichert, welche an fest in den Beton eingelassenen Bankeisen mit sichtbaren Schrauben befestigt, also jederzeit abnehmbar und auswechselbar sind. Da die Treppen zumeist verschieden geschwungene Grundrisse besitzen, so war diese von dem Regierungs- und Baurat Mönnich angegebene Bauweise, die sich denselben mühelos anpaßte, von erheblichen, auch materiellen Vorteilen gegenüber selbst der einfachsten Ausführung in Kunststein, welche nur bei reichlicher Wiederholung weniger Stufen- und Podestformen sich wirklich preiswert gestellt haben würde. Die Unteransichten der an den Wänden gelegenen Treppen wurden mit einseitig von den Wänden gegen die freie Wange steigenden Rabitzvouten verkleidet. Die Führungen dieser Wangen verlangten dabei Eisenkonstruktionen mit unregelmäßig schraubenförmig gewundenen Blechträgern, deren technische, namentlich an den Haupttreppen sehr erhebliche Ausführungsschwierigkeiten durch die Unerläßlichkeit der Bedingung größter Genauigkeit noch vermehrt wurden. Die freitragenden Wendelaufgänge zu den Türmen wurden aus Kunststein ausgeführt. — Alle Türen in starken Wänden (vom und zum Flurgang und Zwischen-

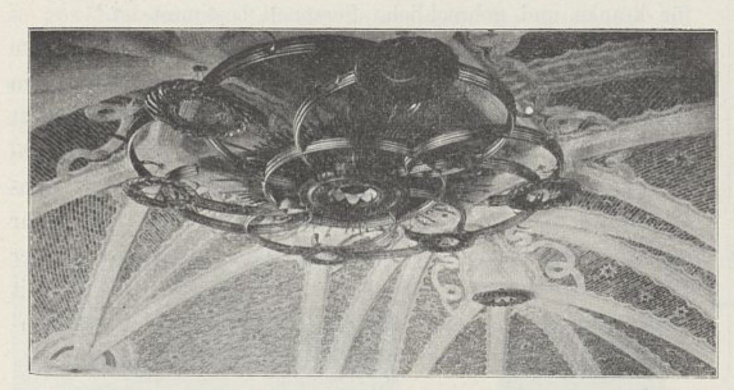


Abb. 36. Hauptschlußstein.

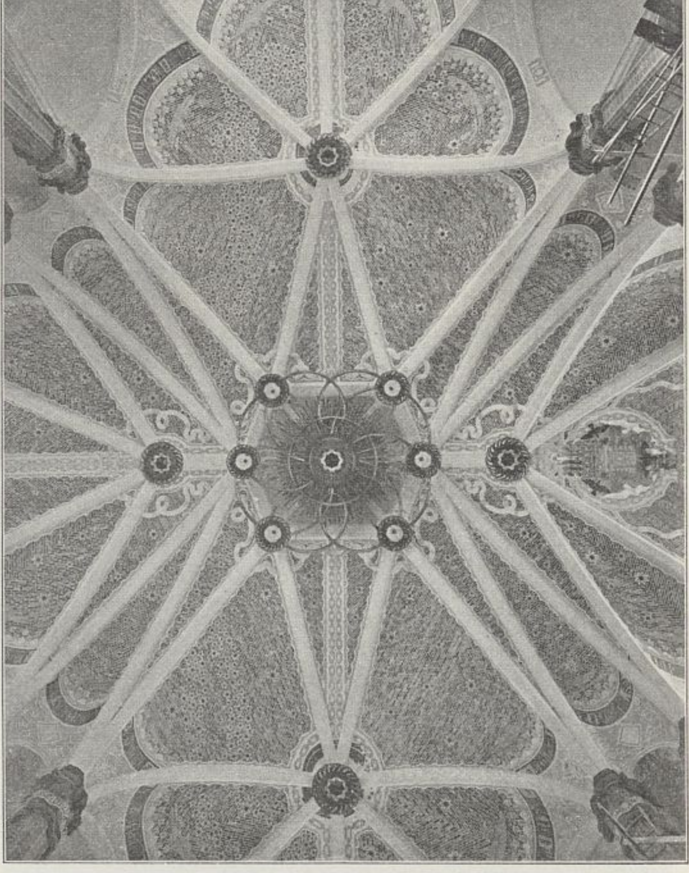


Abb. 38. Blick gegen das Gewölbe.



Abb. 37. Teil der Decke.



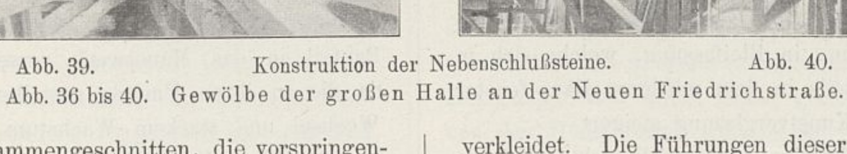


Abb. 39. Konstruktion der Nebenschlußsteine. Abb. 40.

Abb. 36 bis 40. Gewölbe der großen Halle an der Neuen Friedrichstraße.

türen) sind anstatt in Zarge in Blendrahmen in Maueranschlag gelegt und haben soweit tunlich nach der Aufgehseite abgeschrägte Leibungen. Die Türen in den leichten Zwischenwänden haben Futter und Bekleidung.

Alle Vorräume, Aborte und untergeordnete Räume haben einfache, die übrigen doppelte Fenster, zumeist aus Kiefernholz mit eichenen Sprossen und Wasserschenkeln; ganz aus Eichenholz sind der Haltbarkeit wegen nur die besonders großen Fenster oder solche der baulich wertvolleren Räume. Dabei wurden infolge ungünstiger Erfahrungen, welche mit den Schwierigkeiten, sichere und dichte Anschlüsse der ungewöhnlich großen Fenster an die Werkstein- und Maueranschläge zu erzielen, im ersten Bauteil gemacht waren, sämtliche Doppelfenster des zweiten Bauteils so versetzt, daß die äußeren und inneren Fenster jedes für sich unter scharfem Anpressen auch der Futter mit Bankeisen in das Mauerwerk besonders eingelassen wurden. Die gegen Sonnenseiten gewendeten Fenster aller Geschäftsräume haben stellbare Holzklappjalousien erhalten, welche, soweit die Fenster Werksteingewände haben, in einem Werksteinfalz laufen und überall so eingerichtet sind, daß sie sich oberhalb des Fensters vollkommen hinter den Sturz verziehen, ohne die lichte Fensterhöhe im mindesten einzuengen. Der Beschlag der Fenster ist der übliche. Die Verglasung ist in den Sitzungssälen an der schmalen Grunerstraße und den anschließenden bezw. entsprechenden Räumen mit Rücksicht auf das zu befürchtende Straßengegenüber nicht voll durchsichtig und zugleich schwach getönt, im übrigen eine gewöhnliche. Die beiden großen Haupthallen an der Gruner- und Neuen Friedrichstraße besitzen vollfarbige Verglasung in Bleifassung, welche sich in der Halle des ersten Bauteils in dem mittleren Hauptfenster zu wirklicher bildartiger Kunstverglasung steigert.

Die Gestelle der Büchereien der zwei Gerichte sind aus Eisen, diejenigen der Bücherei des Amtsgerichts nach den leichten und praktischen Formen und Konstruktionen der Firma Rob. Lipmann in Straßburg im Elsaß. Den Verkehr der Akten von Geschoß zu Geschoß vermitteln 10 elektrisch betriebene Aktenfahrstühle, für die Beförderung von Personen ist die Anlage von zwei Personenfahrstühlen, je einer an jeder Haupteingangshalle vorgesehen, doch ist bis jetzt nur derjenige an dem Haupteingange in der Neuen Friedrichstraße, ebenfalls mit elektrischem Antrieb zur Ausführung gelangt. Die Zahl der täglichen Fahrten dieses Aufzuges während der kurzen Dauer seines bisherigen Betriebes übersteigt durchschnittlich 60, trotzdem seine Benutzung ausdrücklich nur für kranke und gebrechliche Personen bestimmt ist.

Das Gebäude hat eine sehr umfängliche und verzweigte Hausfernsprech- und elektrische Klingelleitung, welche in den Flurgängen überall sichtbar, zugänglich und jederzeit nach Bedarf leicht veränderbar in Bergmannrohren mit Abzweigdosen über den Türen der einzelnen Räume auf Konsolstützen verlegt ist. Eine weitere besondere und sehr sorgsame elektrische Leitungsanlage dient der Sicherung der Tresors der Kassen, sie verbindet die Tresorkontakte mit Alarmapparaten in einer ganzen Reihe von Hausbeamtenwohnungen und in den Dienststellen der Nachtwächter.

Für den äußeren Geschäftsverkehr sind zur Zeit 10 Stadtfernsprechanschlüsse (4 in verschiedenen Bureaus: Postamt, Obersekretäre, der Präsidialabteilungen, Gerichtsvollzieher, und 6 in dem Bezirk der Rechtsanwälte) vorhanden, doch sollen nach jetzt schwebenden Verhandlungen auch in den öffentlichen Fluren selbsttätige Fernsprechanschlüsse zur Benutzung für das Publikum in größerem Umfange (zunächst 6) eingerichtet werden.

Die künstliche Beleuchtung des Hauses erfolgt durch elektrisches Licht, dessen Kraft ebenso wie die Betriebskraft der Aufzüge und Ventilatoren von den Berliner Elektrizitätswerken entnommen wird und dessen Leitung im ersten Bauteil in das Mauerwerk versenkt, im zweiten Bauteil, da die an ihren Umfang gestellten Anforderungen häufigem Wechsel und starkem Wachstum unterworfen waren, offen in einzelnen Drahtführungen auf Isolatoren gezogen ist. Nur in Decken-, Fußboden- und Steigeleitungen sind Stahlpanzerrohre zur Sicherung zur Verwendung gelangt. Jede der beiden Gerichtssphären (Bauteile) hat eine im Untergeschoß gelegene Schaltstelle. Für die Zwecke der Nachtbewachung des Hauses werden besondere Nachtbeleuchtungsleitungen in Betrieb gesetzt.

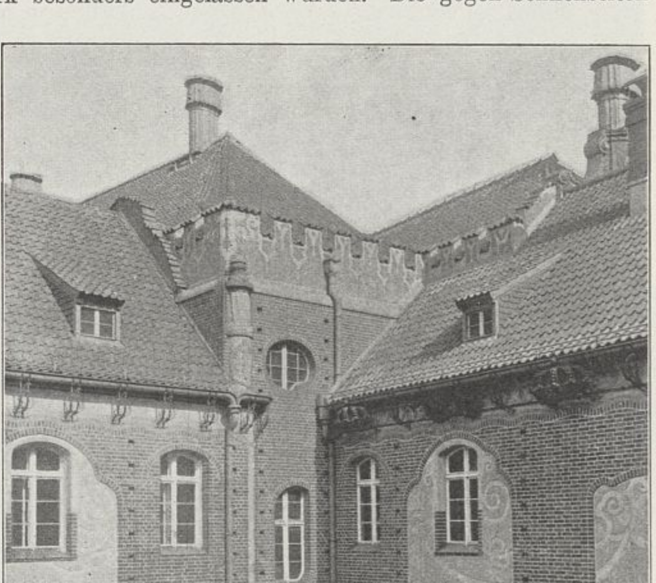
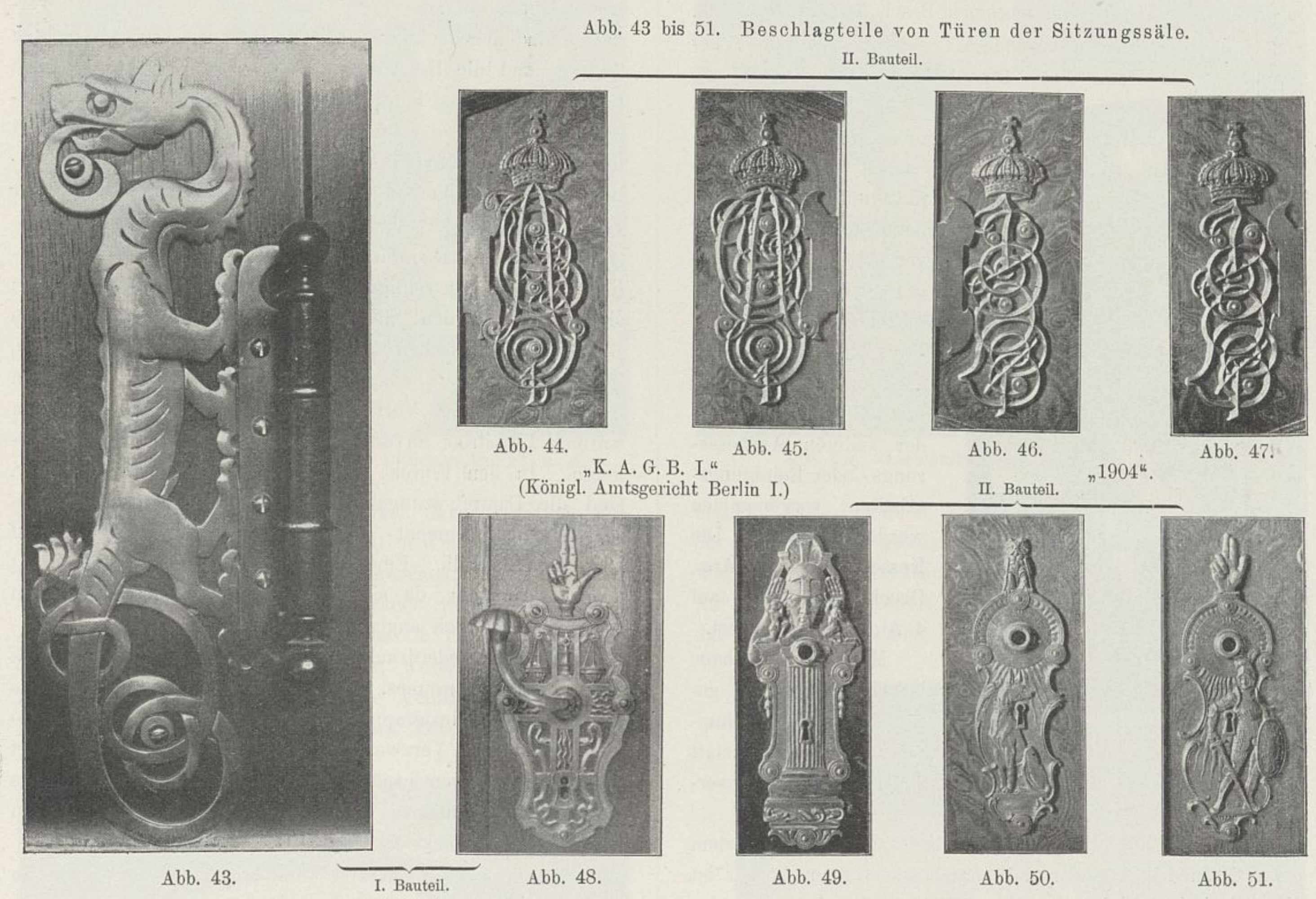




Abb. 41. Rinnenausbildung in den Höfen VII und VIII. Abb. 42.

Die Beheizung des Hauses erfolgt mit Ausnahme der im Untergeschoß gelegenen Dienstwohnungen, welche Ofenheizung haben, von einem im Hof XII an der Nachbargrenze zu dem Grundstück Neue Friedrichstraße Nr. 11 gelegenen besonderen Kesselhause. Heizungsart und Heizungsleitung sind mit Rücksicht auf die räumliche Ausdehnung so gewählt worden, daß sie unbeschadet der tadellosen Erfüllung aller Zwecke einen möglichst einfachen und sparsamen Betrieb gewährleisten. Die Geschäftsräume (Sitzungssäle, Beratungs- und Terminzimmer und Bureaus) besitzen Dampfwarmwasserheizung, die Flure, Vorräume, Wartehallen, Aborte usw. Niederdruckdampfheizung, welche jedesmal in den Eingangshallen besonders verstärkt ist und gerade hier durch die Treppenhäuser vom Untergeschoß her durch Zuführung auf 12° vorgewärmter Luft insofern unterstützt wird, als der Überdruck das Eindringen kalter Luft durch die in der Geschäftszeit fast immer offenen Zugänge verhindert. Die beiden großen Hallen, welche diese Zuluft in ausgiebigstem Maße und in der Temperatur von 40° führen, wirken dabei wie schon oben angedeutet in erster Linie als Luftspender und versorgen nicht allein die weiteren Flurgänge mit Ventilationsluft, sondern von diesen aus zum Teil auch diejenigen Zimmer selbst, für welche eine Entnahme der Frischluft von den Fluren durch z-förmige, meist von einem Geschoß zu dem nächst darüber gelegenen führende Kanäle als unbedenklich erschien. Die Aufheizung der Hallen erfolgt zunächst unter Abschluß der Zuluft durch Umluftwärmung; nach Beendigung der Anheizung wird Frischluft von außen zugeführt.

Abb. 43 bis 51. Beschlagteile von Türen der Sitzungssäle.



II. Bauteil. — Abb. 44. Abb. 45. Abb. 46. Abb. 47.

„K. A. G. B. I.“ (Königl. Amtsgericht Berlin I.) — „1904“. II. Bauteil.

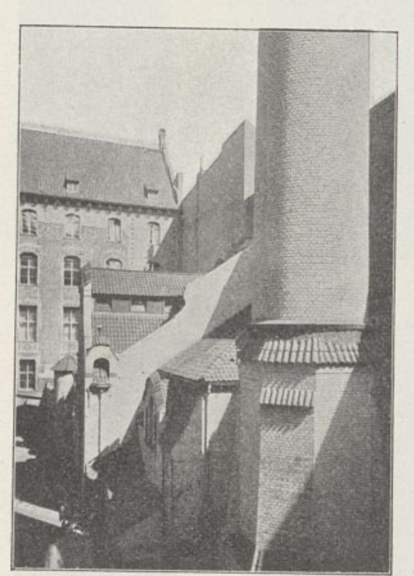
Abb. 43. — I. Bauteil. Abb. 48. — Abb. 49. Abb. 50. Abb. 51.

Die technische Anordnung der Heizung ist überall auf denkbar größte Betriebssicherheit berechnet und etwa folgende: Das Gebäude ist in natürlichem Anschluß an die Grundrißform in fünf getrennt zu beheizende Teile zerlegt gedacht, von denen der erste die Doppelflügel an der Grunerstraße um Hof I und II, der zweite die Flügelgruppe um Hof VI und V, der dritte den Bezirk um den Hof VII, der vierte die Doppelflügel um Hof IX und X, der fünfte den Flügel zwischen Hof XI und XII und die anschließenden Endeckbauten umfaßt. Jeder dieser Teile hat tunlichst unter seinem Schwerpunkte im Untergeschoß einen in ein zweites Untergeschoß vertieft hinabreichenden Heizraum, von welchem aus Heizung und Lüftung des betreffenden Teiles vollständig besorgt, beobachtet und geregelt werden kann. Diese Heizräume befinden sich in den beiden großen Hallenbezirken unter den jedesmaligen Apsiden, an Hof III und VII, weiter zwischen Hof IV und V, IX und X und im Mittel des Flügels zwischen Hof XI und XII; sie sind vom Kesselhaus auf dem geradesten, also kürzesten Wege unterhalb der Höfe mitten über das Grundstück fort in einem besonderen, unter der Erde gelegenen Heizganggeschoß durch einen geräumigen, begehbaren und von den Höfen durch einfallendes Licht erleuchteten Hauptbedienungsgang verbunden, an dessen Wandung auch die Hauptzu- und Rückführungsrohre auf Konsolen frei beweglich und überall zugänglich liegen. Diese Anordnung hatte baulich insofern eine besondere Schwierigkeit, als sie bereits bei Fertigstellung des ersten Bauteils betrieben werden mußte, trotzdem der Bau des alten Kadettenhauses zwischen Kesselhaus und zu beheizendem Gebäude lag, und als sie auch während der Be-

seitigung der alten Baulichkeiten und während der Bauausführung des zweiten Bauteils nur im Sommer für kurze Zeit unterbrochen werden durfte. Unter Benutzung von Kellerräumen des Kadettenhauses für die Hauptleitungen konnte dabei der Umfang der notwendigen Hilfsanlagen auf ein sehr unerhebliches Maß eingeschränkt werden.

Zur Erzeugung des erforderlichen Dampfes dienen fünf Kessel von zusammen etwa 600 qm Heizfläche. Da der zur Verfügung stehende Raum nur sehr beschränkt war, mußten die Kessel besonders steil und hoch und als Ober- und Unterkessel mit getrennten Dampf- und Wasserräumen gebaut werden. Diese Kesselart hatte weiterhin den Vorteil, in kurzer Zeit Dampf von trockener Beschaffenheit zu geben.

Die Kessel haben besondere, rauchvermindernde Feuerungen, welche aus einer Innenfeuerung mit Zutritt von vorgewärmter Verbrennungsluft hinter der Feuerbrücke bestehen und vom Heizerstande aus regelbar sind. Die Kesselfläche ist dabei so bemessen, daß selbst der größte ermittelte Dampfverbrauch beim Anheizen bei —20° von vieren der Kessel mit Sicherheit gewährleistet werden kann. Der fünfte Kessel dient als Aushilfskessel für den Fall, daß an einem der anderen Ausbesserungs- oder Reinigungsarbeiten vorgenommen werden müssen. Die Kessel sind auf 9 Atm. Druck geprüft und auf 4 Atm. konzessioniert.


Abb. 52. Kesselhaus im Hof XII.

Mit dem Kesselhaus ist ein besonderer, geräumiger Kohlenschuppen, eine Werkstatt sowie ein Brause- und Wannenbad für die Bedienung verbunden.

Der sich aus dieser Sonderanlage zusammen mit dem etwa 40 m hohen Schornstein ergebende Gebäudekörper ist als malerischer Einbau unter möglichster Beschränkung des kubischen Raumes für jeden einzelnen seiner Teile in weißen Verblendziegeln mit Biberschwanz- bezw. Mönch- und Nonnenbedachung ausgebildet (Text-Abb. 52).

Als Speisevorrichtungen dienen zwei Duplexpumpen, welchen das heiße Wasser der Zisterne zufließt. Der Pumpendampf wird zur Vorwärmung des Speisewassers ausgenutzt.

Der Frischdampf gelangt von den Kesseln in der zur Betriebssicherheit verdoppelten Hauptleitung (jede Einzelleitung allein würde im Notfall für den ganzen Bedarf ausreichen) nach den vorerwähnten fünf Heizkammern und in die dortigen Ventilstöcke mit einer Spannung bis zu 3 Atmosphären, welche für die Zwecke der Dampfwarmwasserheizung hier auf 1 bis 1,5 Atm. gemindert wird. Gerade um diese letztere Normalspannung mit voller Sicherheit und unter allen Umständen selbst im entferntesten Gebäudeteil zu erreichen, war bei der Länge des Weges und den unvermeidlichen Druckverlusten die Forderung einer ursprünglichen Spannung von 3 Atm. unerläßlich. Der 1 Atm.-Dampf erwärmt durch Kupferschlangen das Heizungswasser in Kesseln von einer gegen das Notwendige wieder aus Gründen der Betriebszuverlässigkeit verdoppelten Fassungskraft bis zur üblichen Höchsttemperatur von 90°. Um einzelne über die gewöhnliche Betriebszeit hinaus benutzte Räume für sich weiter heizen zu können, ist in jeder Heizkammer ein besonderer Aufspeicherkessel vorhanden. Die Wasserverteilung geschieht im Dachgeschoß zum Teil mit ungewöhnlich großer Höhe der Steigeleitung. Das Untergeschoß, dessen Räume zum nicht geringen Teile an die Heizung selbst mit angeschlossen sind, ist so gut wie ganz von Sammelleitungen frei gehalten worden. Diese liegen nach Möglichkeit in vertieften und abgedeckten Fußbodenkanälen. Die senkrechten Stränge und die Heizkörperabzweige sind dagegen in allen Geschossen und fast in allen Räumen — selbst in den Sitzungssälen — offen und zugänglich an den Wänden verlegt und mit den Heizkörpern selbst und ihren Verbindungen in einheitlicher, von den Farben der einzelnen Räume unabhängiger Farbe kenntlich gestrichen.

Als Warmwasserheizkörper sind Reihenglieder von möglichst glatten, gut reinigungsfähigen Formen gewählt worden; sie stehen in den Geschäftsräumen überall in geraden Reihen in den Nischen unter den Fenstern teils auf Konsolen, teils auf besonders ausgebildeten Fundamenten und haben über sich besondere Vorrichtungen, welche den aufsteigenden warmen Luftstrom an den Latteibrettern der Fenster vorbeileiten. In den Fluren, Warteräumen, Eingangshallen usw. sind die Dampfheizungskörper ebenfalls Radiatoren in geschwungenen, segment- oder kreisförmigen Grundformen auf steinernen Sockeln. Eine Verkleidung dieser Heizkörper ist nirgends versucht, da sie nicht allein für unnötig, sondern sogar für schädlich angesehen wurde.

Für die Niederdruckdampfheizung wird am Ventilstock eines jeden Heizraumes die Spannung des Dampfes mittels Käferleschen Reduzierapparates auf 0,1 bis 0,15 Atm. herabgemindert. Die Verzweigung und Wiedersammlung erfolgt dann in besonderen Kanälen in oder unter dem Fußboden des Untergeschosses und in besonderen Fällen in den Fußböden der Flure der Stockwerke selbst.

Sämtliche Flurheizkörper eines Gebäudeteils können im Heizraum mit einem einzigen Ventil eingestellt werden, nachdem sie einmal durch ihre besonderen Ventile in fester Stellung eingestellt sind.

Die Vorwärmung der Frischluft für die Speisung der Flure erfolgt, wie schon erwähnt, durch Dampfschlangen oder (im zweiten Bauteil) durch fischgrätenartig schräg gegeneinander gestellte Radiatoren in besonderen unter den Treppenhäusern verteilten Heizkammern, aus denen sie in zweckmäßiger Weise unter den durch alle Geschosse offenen Nabeln der Treppenwindungen austritt.

Die Entnahme der Frischluft erfolgt von den großen Höfen aus. Die reinigende Wirkung der Filter wird dabei, wo irgend angängig, im wesentlichen durch die Verlangsamung der Luftgeschwindigkeit (so namentlich unter der Mittelhalle an der Neuen Friedrichstraße) unterstützt. Die Wirkung der Lüftung soll im Winter bis + 5° C. allein durch den natürlichen Auftrieb infolge des Wärmeunterschieds erreicht werden; zu seiner Verstärkung und für den Betrieb im Sommer sind



Abb. 53. Wartehalle im I. Stock zwischen Hof IX u. X.

fünf elektrisch betriebene Ventilatoren, davon 4 Stück von je 1,22 m und 1 Stück von 0,90 m Durchmesser, jeder für 300 Touren in der Minute vorgesehen, mittels welcher die frische Luft (70000 cbm in einer Stunde) unter Umgehung der Heizkammern unmittelbar in die Flure und in die zu speisenden Räume gedrückt werden kann. Durch Befeuchtungseinrichtungen wird die Ventilationsluft in den Heizkammern auf den erforderlichen Feuchtigkeitsgrad ge-



Abb. 55. Nebeneingangshalle in der Neuen Friedrichstraße.



Abb. 54. Wartehalle im II. Stock am Hof VII.

bracht. Eine besondere Fürsorge ist, soweit nötig, den an der Stadtbahnseite gelegenen Räumen zuteil geworden; ihnen wird aus den benachbarten Heizkammern im Winter bis auf 20° vorgewärmte Zuluft zugeführt, weil angenommen wurde, daß der außerordentlich lebhafte Verkehr auf dem Stadtbahn-

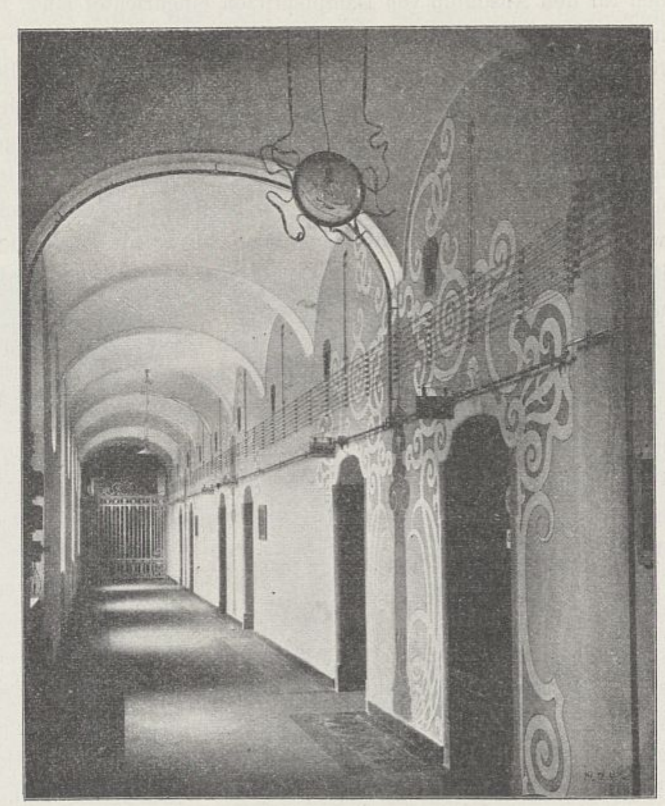


Abb. 56. Flurgang des I. Stocks am Hof VII.

viadukt (gerade in der mittleren Höhe des Gebäudes) mit seinen Begleiterscheinungen: Rauch-, Ruß- und Geräuschbelästigungen, ein Öffnen der Fenster in diesen Räumen zu Lüftungszwecken während der dienstlichen Benutzungsdauer unmöglich machen könnte.

Die Abführung der verbrauchten Luft erfolgt durch Kanäle, welche im Dachgeschoß in Gruppen gesammelt, an den höchsten Firstpunkten über Dach geführt und mit besonderen, wirksamen, schmiedeeisernen architektonisch ausgebildeten Saugern (zusammen 26 Stück) bekrönt sind. Die Klosettabzüge sind gesondert über Dach geführt und außer mit saugenden Deflektoren (19 Stück) noch mit kleinen Elektroventilatoren versehen. Als besonders machtvolle und hochgelegene Entlüfter für die hohen Mittelbauten sind die vier Haupttürme, die Ecktürme an der Grunerstraße und die Seitentürme des Mittelbaues an der Neuen Friedrichstraße ausgebildet, in jedem derselben ist ein sehr starkes Sammelrohr emporgeführt (in den beiden letztgenannten in der mittleren Wendeltreppenspindel) und in der obersten Ausmündung mit einer kräftig saugenden Haube ausgerüstet. Dies ist der Grund, warum die vier Türme in offenen Hallengeschossen endigen.

Die ausführliche und sorgfältige Wasserzuleitungs- und Entwässerungsanlage des Hauses umfaßt außer der Zu- und Abführung der Haus- und Gebrauchswässer eine besondere und besonders starke Feuerlöschleitung, welche in zusammenhängendem Zuge an die Wasserrohrleitungen des Straßennetzes dreimal (zweimal in der Neuen Friedrichstraße und einmal in der Grunerstraße) anschließt, so daß sie selbst bei Absperrung einer der Straßenleitungen von der anderen her stets in allen Teilen mit Wasser versorgt ist. Die Feuerlöschleitung besitzt in den Höfen 18 Überflurhydranten mit Schlauchverschraubung der Berliner Feuerwehr, von welchen zunächst die drei im Umkreis der großen Halle an der Neuen Friedrichstraße stehenden für den Anschluß von Dampfspritzen eingerichtet sind, da hier im Ernstfalle Wasserwurfhöhen notwendig werden könnten, für welche andere Spritzen versagen. Zur wirksamen Bekämpfung einer möglichen Feuersgefahr ist ferner in den Höfen III, VI, VII, VIII, XI, XII je eine eiserne Steigeleiter vor der Außenwand des Hauses von unten herauf bis über Dach geführt (vgl. Text-Abb. 42), welche in jedem Stockwerke von einem benachbarten Fenster aus leicht zugänglich ist, das Einsteigen in den Dachboden durch eine Luke erlaubt und so eingerichtet ist, daß ihre hohlen Rohrholme unmittelbar unten und oben mit Schläuchen verbunden und als Wasser-Zuleitung benutzt werden können. Im Dachgeschoß sind zur Sicherung der zurückgelegten Akten zunächst 21 unter Glasscheibenverschluß stehende Wasserablaßhähne mit Untersätzen und Feuereimern vorgesehen. In der Haupteingangshalle an der Neuen Friedrichstraße befindet sich zur öffentlichen Benutzung ein polizeilicher Feuermelder, auf dessen Vorhandensein besonders auffällige Inschriften an den verschiedensten Punkten der Flure aller Geschosse hinweisen.

Die Wasser-Zu- und Ableitungen der Abortanlagen versorgen in jedem Abortraume außer den Klosetten und Bedürfnisständen einen Zapfhahn mit Ausgußbecken und eine Waschvorrichtung mit Fayence- oder Marmorwaschtisch. Die Bedürfnisstände haben Ölverschluß, die Aborte Zisternenspülung, freistehende Fayencebecken mit Doppelgeruchverschluß und Klappsitze. Jede Wohnung hat ihren besonderen, in ihr selbst gelegenen Abort; alle Wohnungen besitzen zusammen überdies drei gemeinsame, baulich hergerichtete Waschküchen. Die Höfe sind für die Zwecke ihrer eigenen Reinigung und Unterhaltung mit 17 Wasser-Sprenghähnen und Gullyentwässerung ausgerüstet; die kleineren I, II, IV, V, IX, X und der Mittelhof VII (als Hauptfahrhof der Aktenwagen, als welcher er auch über dem Untergeschoß auf die Hälfte seiner Flächenausdehnung ein Eisenglasschutzdach für den Aktenverkehr besitzt) sind vollkommen mit Eisenklinkern, in der Richtung der Fahrwege mit besonders kräftigen rauhen Fliesenbelägen versehen, die Höfe III, VI, VIII, XI und XII sind nur in den Fahrwegen mit denselben Fliesen gepflastert, im übrigen mit ausgiebigen Gartenanlagen versehen. Zu der Verwendung freistehender Bäume und Sträucher tritt hier erfolgreich namentlich diejenige von Kletterpflanzen an den Gebäudemauerflächen. Die Höfe sind mit ihren römischen Zahlen kenntlich numeriert, über den zu ihnen führenden Durchfahrten sind entsprechende schmiedeeiserne Fahnenschilder mit durchbrochener Schrift angebracht.

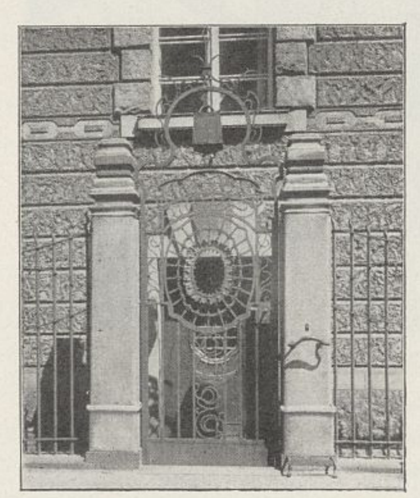


Abb. 57. Tür zum Lichtgraben.

Zu den Nebenanlagen des Hauses gehört die Einrichtung des Lichtgrabens an der Neuen Friedrichstraße, welcher aus Anlaß der Tieferlegung des Untergeschoßfußbodens gegen die Straße vor den Fenstern der hier gelegenen Wohnungen nötig wurde. Er ist sorgsam vom Hause fort entwässert und mit einem hohen Gitterwerk zwischen verzierten Werksteinpfeilern gegen die Straße abgeschlossen. Vier in dem Gitter gelegene Türen vermitteln Straßenzugänge zu den Wohnungen und dem Untergeschoß überhaupt, eine davon auch gleichzeitig einen solchen zu dem im Hause befindlichen Postamt (Text-Abb. 57). Die Privatstraße an der Stadtbahn, deren einzige Einfahrt z. Z. in der Grunerstraße liegt, ist mit Kopfsteinen gepflastert, besitzt an der Hausseite eine durchlaufende Gehbahn, an der Seite des Stadtbahnkörpers Rasen- und Strauchrampen und soll demnächst durch Ausbau des der Justizverwaltung überlassenen Stadtbahnbogens Nr. 96 an dem entgegengesetzten, inneren Ende eine weitere bleibende Aus- und Einfahrt erhalten. Gegen die Privatstraße sind die Hausdurchfahrten zu den Höfen III, VI, VIII, XI und XII durch besondere Gittertore gesichert.

Architektonisches.

Was die architektonische Ausgestaltung des Gebäudes anbetrifft, so ist zu den bereits gegebenen und noch zu gebenden Abbildungen im einzelnen folgendes zu bemerken:

Die normale Ausstattung der inneren offenen Flure, Flure usw. ist mit Rücksicht auf die gewaltige Ausdehnung derselben eine besonders einfache.

Die Türen der gewöhnlichen Geschäftsräume sind ganz aus Kiefernholz, die der baulich ausgezeichneten Sitzungssäle und besonders bevorzugten Räume außen mit Eichenholz plattiert

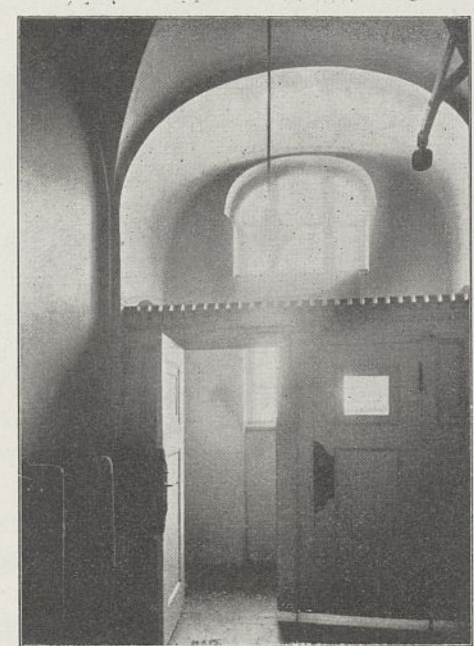


Abb. 58. Abortraum.

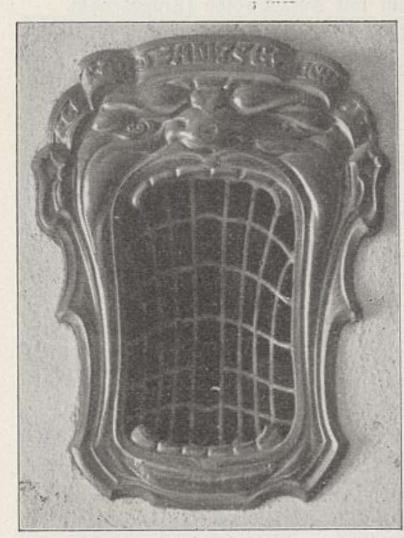


Abb. 59. Ab- und Zuluftöffnung.

und in einfachen, aber kräftigen Formen gehalten. Alle Türen haben eine tunlichst durchsichtige Lasurbehandlung in vollen ungebrochenen Farben erhalten. Die Türen der gewöhnlichen Bureaus haben im Bezirk des Landgerichts einen braunroten, im Bezirk des Amtsgerichts einen karminroten, diejenigen der besseren Räume im Bezirk des Landgerichts einen tiefgrünen, die des Amtsgerichts einen tiefblauen Farbenton; sie haben sichtbare, nach besonderen Zeichnungen und Modellen hergestellte Zierbeschläge (Text-Abb. 43 bis 51), die braunen und roten solche aus schwarz gebranntem Eisen-, die grünen und blauen solche aus Bronzeguß. Die Türöffnungen besitzen auf der Flurseite im Bezirk des Landgerichts geschlossene Umrahmungen aus rotem Werkstein mit abgerundeten Kanten, in dem Bezirk des Amtsgerichts nur an den Seiten schmale Werksteingewände, welche mit dem verputzten Backsteinsturz in eine gemeinsame, mit einem an Holzschablonen tief und scharf in den Putz geschnittenen Linienzuge begrenzte und später durch lebhafte Farbentönung abgehobene Umrahmung zusammengefaßt worden sind. Diese Farbumrahmung bildet an den Türen der gewöhnlichen Geschäftsräume eine schmale Zone und steigert sich an den zu den Sitzungssälen führenden und den in den Umgängen der großen Haupthalle an der Neuen Friedrichstraße gelegenen Türen zu beträchtlicherer Ausdehnung und Verzweigung und kräftiger Mehrfarbigkeit. Der Anstrich der Flurgänge selbst stellt sonst allgemein bei weißen Leimfarbendecken eine hellgrünliche Wand in abwaschbarer Silikatfarbe (im ersten Bauteil Keimsche Farbe, im zweiten Junkerssche Normal-Mineralfarbe) her, mit welcher das satte Grün des Fußboden-Linoleumläufers und das volle Rot der die einfassenden Friese bildenden Fliesen sich zu freundlicher Wirkung vereinen sollen.

Die Führung der dichten Parallelscharen der Linien der Fernsprech-, Klingel- und Beleuchtungsleitungen, die reichlichen Tür- und häufigen Wandaufschriften, farbig hervorgehobene Weisungs- usw. Tafeln, Zu- und Abluftgitter, sowie die Reihe von Briefkasten der Reichspost, welche in den Fluren angebracht sind, machen den Eindruck derselben ausreichend lebendig (Text-Abb. 54 bis 56). Die in den oberen Teilen der Flurwände soweit irgend ohne Störung der anliegenden Zimmer tunlich angebrachten, fest verglasten Durchbrechungen gegen die Nachbarräume, namentlich auch gegen Treppenhäuser, Abort- und Bodenräume usw., nehmen den Gängen nach Möglichkeit das Beengte und machen sie selbst an den Ausnahmepunkten, wo ihre Führung durch beiderseitige Gebäudemassen unvermeidlich war, ausreichend hell.

Für den einzigen wirklichen Mittelflur (im Mittelbau an der Stadtbahn) ist dabei in allen Geschossen noch ein besonderes Mittel, das Licht der hier beiderseitigen Oberfenster zu verstärken, angewendet worden. Die Pfeiler der Seiten stehen einander nicht gegenüber, sondern in Wechselstand (Zickzackgewölbe), so daß stets der linken Öffnung der rechte Pfeiler gegenüberliegt und umgekehrt. Diese Anordnung bewirkt, daß jedes durch eines der Fenster geworfene Lichtbündel anstatt gegen ein gegenüberliegendes Fenster sich

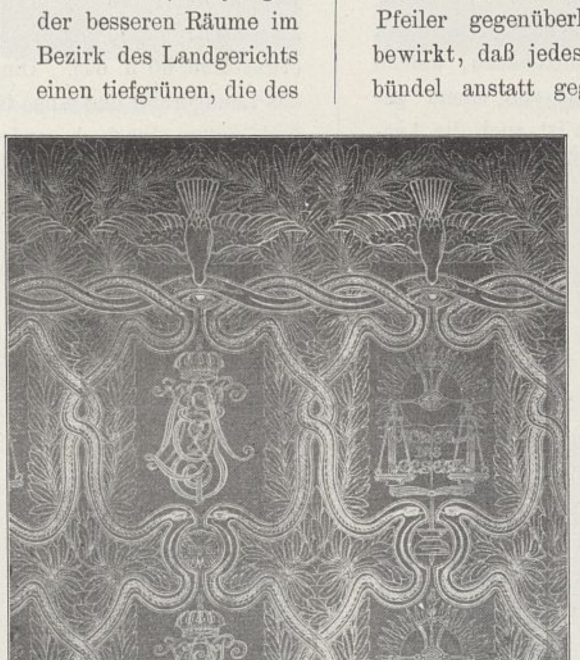


Abb. 60. Element der Tapete des ersten Bauteils mit oberer Bortenlösung.

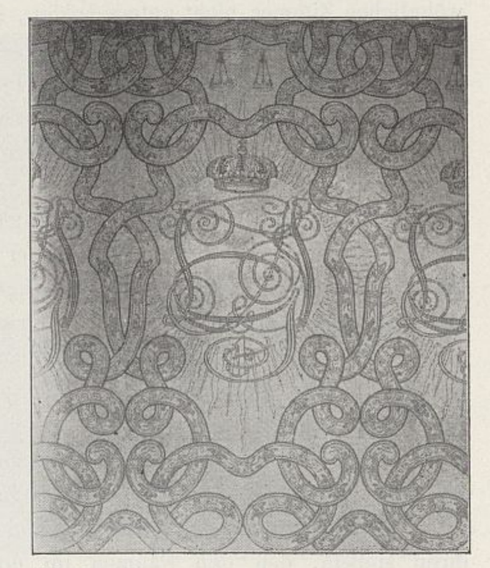


Abb. 61. Element der Tapete des zweiten Bauteils mit oberer und unterer Bortenlösung.

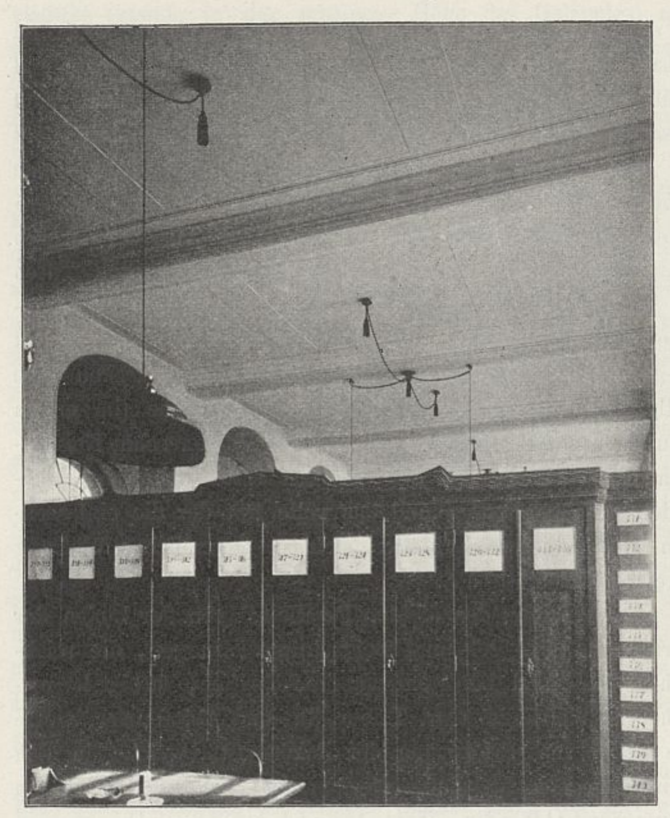


Abb. 62. Saal der Rechtsanwälte (I. Stock).

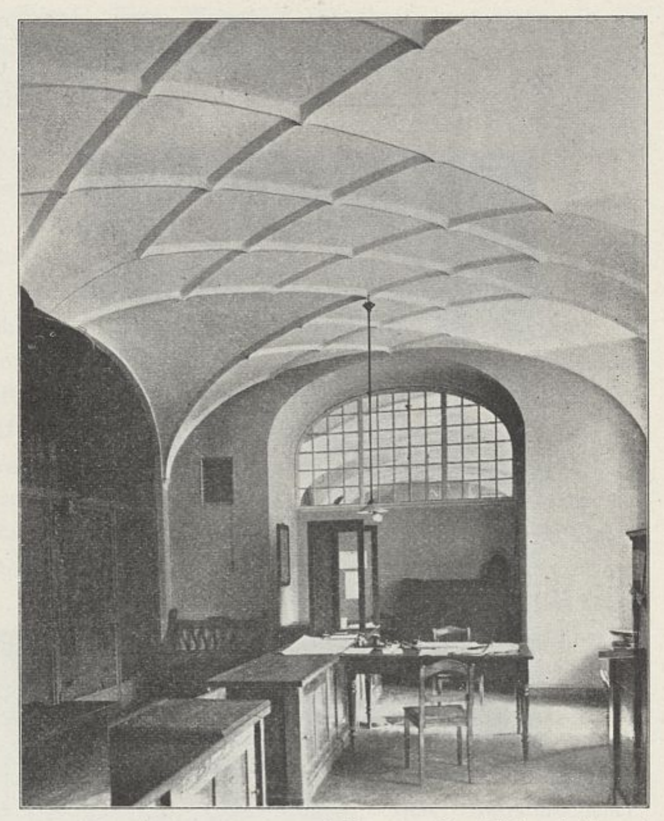


Abb. 63. Kassenraum mit Netzgewölbe (Erdgeschoß).

unwirksam zu verlieren, gerade die gegenstehende hellgestrichene Wandmasse trifft und von dieser voll für den Raum reflektiert wird (vgl. die Text-Abb. 34 u. 35). Die aus Schmiedeeisen ausgeführten Beleuchtungskörper der Vorräume und Gänge haben weißen Lackanstrich erhalten.

Bei der Ausgestaltung der Abort- und Bedürfnisräume ist besonders darauf geachtet worden, daß sowohl jeder Raum seiner Form, Decke und Einteilung nach für die Aufnahme seiner verschiedenen Einrichtungen (Windfang, Stände, Sitze usw.) und gerade nur für diese von vornherein bestimmt erscheint, als auch die Zu- und Abführung der Lüftung, die sämtlichen Rohrstränge usw. in seinen Organismus planmäßig aufnimmt (Text-Abb. 58). Wie es in monumentalem Sinne für architektonisch ungenügend erschien, Bedürfniseinrichtungen irgend welcher Art wie zufällig in Räume einzubauen, welche sich in ihrer Fassung und Glattwandigkeit von einem gewöhnlichen Zimmer nicht unterscheiden, so ist auch die Ausbildung dieser Räume im Äußern nach den Höfen zu eine ihrem Innern entsprechende, von dem Typus einer normalen Achse abweichende, nur für sie allein passende; so namentlich an den Höfen I, II und VII, weniger auffallend an den Höfen III, VI, VIII und XI.

Ähnlich sind auch die Botenzimmer, soweit sie im baulichen Organismus festlagen, unter Bedacht auf die Lage der Aufzüge architektonisch durchgestaltet.

Die schon erwähnten, als Flurerweiterung auftretenden Wartehallen für das Publikum haben eine mit den Flurgängen übereinstimmende Grundausstattung, anstatt der werksteinumrahmten Türen offene und durchbrochene Werksteinbrüstungs-Abschlüsse (reicher im Bezirk des Landgerichts, sparsamer in dem des Amtsgerichts), Zierputzdecken, eine jede eine elektrisch regulierte Normaluhr, und sollen mit ihren Möbeln, den den Räumen im einzelnen angepaßten Bänken (dunkel gebeizt im Bezirk des Landgerichts, weiß deckend lackiert oder in farbiger Lasurbehandlung in dem des Amtsgerichts), mit ihren Fernsprech- und sonstigen notwendigen technischen Einrichtungen augenfällige Sammelpunkte für den Verkehr bilden (vgl. die Text-Abbildungen 53 und 54).

Die bauliche Ausstattung der gewöhnlichen Bureauräume, Richter- und Terminzimmer ist äußerst maßvoll. Decken und Oberteil der Wände sind in einfarbigem weißen Leimfarbenanstrich gehalten, der Unterteil der Wände mit Tapeten nach besonderen Zeichnungen in vollen Farbtönen, meist ohne Makulatur beklebt.

Das Papier der Tapeten, welche die ungewöhnliche Rapportbreite von $^1/_6$ der Achsweite von 3,12 m = 0,52 m aufweisen, mußte eigens angefertigt und eingefärbt werden (Text-Abb. 60 u. 61). Die Abschlüsse der Muster (eines für das Landgericht und eines für das Amtsgericht) geschahen oben und unten durch besondere, das Muster selbst auflösende Kopf- und Fußfriese. Die Herstellung geschah für das Landgericht nach dem alten Verfahren des Druckes mit geschnittenen Holzwalzen, für das Amtsgericht nach einem patentierten Verfahren mittels Rotationsdruckes mit Steinwalzen. Dieses letztere hat den Vorteil der besonders schnellen,*) einfachen und billigen Herstellung nach beliebiger Zeichnung, da die Steinwalzen nach genommenem Abdruck wieder ohne weiteres für jedes andere Muster verwendbar sind.

Den Fußboden der Bureaus deckt durchweg einfarbiges rotes Linoleum, das Holzwerk der Fenster und Türen ist weiß gestrichen und lackiert, die Beschlagteile der Türen sind schwarz, die Griff- und Sockelflächen rot davon abgesetzt.

*) Beispielsweise wurden die nur für das Amtsgericht notwendigen 32000 qm in noch nicht drei Wochen gedruckt und kosteten ab Werk 15 Pf. für 1 qm, also für 1 m Länge etwa $7^1/_2$ Pf.

Etwas hiergegen gesteigert ist die Behandlung der baulich ausgezeichneten Sitzungssäle und der ihnen im Rang entsprechenden Räume (Text-Abb. 64 bis 68). Die Decken sind hier im Bezirk des Landgerichts in den glatten Feldern mit Anaglyptamustern beklebt oder mit einfachen Stuckleisten bezogen oder in flächig zeichnender Weise mit dem Messer geschnitten, die Unterzüge und Deckenteilung entsprechend durchgeführter profiliert, im Bezirk des Amtsgerichts im wesentlichen in verschiedener Verbindung einfacher Zierputzweisen ausgebildet; ihre Wirkung wird in allen Fällen durch volle und kräftige Farben unterstützt. Die verwendeten Zierputzweisen halten zwischen den Arbeiten des Putzers und des Stukkateurs die Mitte, sind überall durchaus handwerklich, nach naturgroßen Zeichnungen teilweise in den geglätteten Gipsputz geschnitten, gebohrt, gekratzt, gezogen, teilweise im Wechsel von rauhen und glatten oder gekämmten Flächenbehandlungen oder in Verbindungen beider mit oder ohne Leistenteilungen ausgeführt und in glatten Farbtönen rein flächig unter Ausschluß jeder eigentlichen Maler- oder Schablonenarbeit ausgetönt. Die gleiche Art der Behandlung zieht sich zum Teil auch auf die Oberteile der zugehörigen Wände herab. Die unteren Wandteile sind mit einfachen Holzvertäfelungen, in den Zivilprozeßsälen des Landgerichts in Eichenholz, den Handelskammersälen daselbst in Kiefernholz, in den Sälen des Amtsgerichts in Kiefernholz mit Pitchpinefüllungen, allgemein in



Abb. 64.
Sitzungszimmer für das Amtsgericht (Zivilprozesse).



Abb. 65.
Zimmer des Amtsgerichtspräsidenten.



Abb. 66.
Sitzungssaal des Landgerichts (Zivilkammer).



Abb. 67.
Sitzungssaal des Amtsgerichts (Zivilprozesse).



Abb. 68.
Sitzungssaal des Amtsgerichts (Zivilprozesse).

Lasurbehandlungen von kräftigen und reinen Grundfarben und teilweis aufgesetzten emailartigen Deckfarben bekleidet.

Die Rahmen der Täfelungen sind fast durchweg aus verziert gehobelten Leisten, sogenannten „Patent-Göring-leisten" der Firma Chr. Külken in Geestemünde, welche nach besonderer Auswahl und Angabe gehobelt worden sind, gebildet. Die feine und scharfe Reliefzeichnung und die klaren, in angemessenen Schwingungslinien sich bewegenden Muster dieser Leisten bieten einen willkommenen Gegensatz zu den glatten Flächen der Füllungen und geben als die Arbeit sinnreicher Maschinen bei auffallender Preiswürdigkeit eine völlig künstlerische Wirkung, welche von jeder mit gepreßten Formen oder anderen Ersatzverfahren erreichbaren Wirkung absticht. Da die von dem Deutsch-amerikaner Dr. Göring erfundene Maschine, welche die Leisten herstellt, überhaupt nur einmal als Versuchsmaschine gebaut worden ist, so ist der Bezug dieser Leisten nur durch die oben genannte Besitzerin der Maschine möglich. Es darf hier vielleicht darauf hingewiesen werden, daß die Fähigkeiten der Maschine durchaus zu weiteren, in der Herstellung der Fabrikate einstweilen noch nicht ausgebeuteten Motiven anregen. Einen Versuch in einer der möglichen Richtungen stellen die Möbel des Konferenzsaales und des Präsidentenzimmers des Amtsgerichts dar (Text-Abb. 65), bei welchen aus winkelförmigen oder schrägen Abschnitten einzelner Leisten kaleidoskopartig Sterne oder freiere Rahmenfiguren usw. zusammengefügt sind. Die Maschine hobelt die Leistenmuster auch in Kreisrundungen, elliptischen oder ähnlichen Führungen, breitet sie als Flächenmuster in parallelen oder sich kreuzenden Fadenrichtungen gewebeartig aus, schneidet sie in und durch eine Reihe übereinander aus verschieden gefärbten Furnieren verleimten Lagen zu farbig mosaizierten Kameen oder Gemmen aus, zu Friesen, Rosetten oder anderen Figuren usw. von einer den Kosmatenarbeiten ähnlichen Wirkung, aus denen oder deren Teilen dann wieder weitere Neubildungen zusammengefügt werden können usw. Die Wellenlinienform, welche die Grundführungslinien aller Arbeit der Maschine ist und welche in Amplitude und Länge beliebig kombiniert werden kann, ist mittels der Maschine auch auf die Fuge zwischen Rahmen und Füllungen übertragbar; die Paneele einiger Sitzungssäle sind auf Feder und Nut in wellenförmiger Fuge gestäbt ausgeführt. — Oberhalb der Holztäfelungen werden die Wände der Sitzungssäle übereinstimmend noch auf 1 m Höhe durch einen Tapetenfries in Ingraintapete geschützt.

Den Fußboden der Sitzungssäle bedeckt in beiden Gerichtsbezirken durchmustertes Linoleum, die erhöhten Podien der Richter zur besseren Dämpfung des Schalles starker Korkteppich. Ein jeder Sitzungssaal besitzt eine elektrisch regulierte Normaluhr, einen Fernsprecher und Klingeleinrichtung auf dem Richtertische sowohl zu der zugehörigen Wartehalle, als auch zu dem Saal der Rechtsanwälte und elektrische Beleuchtung.

Die Möbel der Säle sind, damit jederzeit ein Austausch von Raum zu Raum nach Bedarf ermöglicht wird, unabhängig von den verschiedenen Paneel- usw. Tönungen einheitlich neutral behandelt, doch sind die Möbel der Landgerichtssäle von denen der Amtsgerichtssäle absichtlich zum Zwecke der Kenntlichkeit sowohl in Form, als in Farbe verschieden gehalten.

Für die Beleuchtungskörper konnte infolge des großen Bedarfs hier wie auch in allen anderen wesentlichen Räumen des Hauses ohne Verteuerung Handelsware ausgeschlossen werden. Sie stellen somit sämtlich Sonderanfertigungen dar, deren Muster auch innerhalb des Hauses sich in verschiedenen Räumen nicht wiederholen.

Die Ausstattung der räumlich bedeutendsten beiden Säle, des Plenarsaales des Landgerichts und des Konferenzsaales des Amtsgerichts — beide im 1. Stock in den bezüglichen Mittelbauten an der Gruner- (vergl. Bl. 20 und 23) und Neuen Friedrichstraße (Bl. 45) gelegen — ist naturgemäß der der übrigen Säle überlegen. Beide reichen ihrer Höhe nach durch zwei Stockwerke, haben entsprechend hohe und hochgelegene Fenster, längliche Grundform, eine als Spiegelgewölbe mit Voute und Stichkappen ausgebildete Decke, um den unteren Teil der Wände Bekleidungen aus farbigen Marmorplatten und über diesen über Wände und Decke einheitlich fortlaufende Malereien. Der Saal des Landgerichts ist mit perspektivischer durchbrochener Architektur in ausgesprochen barocker Weise bemalt, der Saal des Amtsgerichts mit gobelinartiger, wesentlich ornamentaler Flächenmalerei nach den Entwürfen des Malers H. Seliger-Berlin bedeckt. Beide Dekorationen erheben sich an besonders bevorzugten Punkten der Komposition zu sparsamen figürlichen Allegorien.

Architektonisch die bedeutendste Ausbildung unter den Innenräumen fiel in beiden Bauteilen den Haupteingangshallen an der Grunerstraße und Neuen Friedrichstraße als den gegebenen Verkehrsmittelpunkten zu.

(Schluß folgt.)

Vergleichung von Schleusen und mechanischen Hebewerken.[1]

Von Prüsmann, Regierungs- und Baurat, zugeteilt der Kaiserlich Deutschen Botschaft in Wien.

(Mit Abbildungen auf Blatt 49 und 50 im Atlas.)

Große Leistungsfähigkeit und billige Güterbeförderung bei Gewährleistung einer ausreichenden Sicherheit für Erhaltung der Kanalbauwerke und für ungestörten Kanal- und Schiffahrtsbetrieb sind Hauptbedingungen einer zweckmäßigen Kanalanlage. Nur wenn diese erfüllt sind, kann ein Kanal seiner wirtschaftlichen Aufgabe hinsichtlich billiger Massengüterbeförderung gegenüber der Eisenbahn möglichst vollkommen gerecht werden. Von maßgebendem Einfluß hierauf sind: Leistungsfähigkeit der Hebe-

1) Ein Auszug aus diesem Aufsatz wird als Bericht für den internationalen Schiffahrtskongreß in Mailand 1905 über Frage 3 der Abteilung I. verwendet.

werke, Schiffsgeschwindigkeit und Bau- und Betriebskosten, und diese sind abhängig von den Abmessungen des Kanals im Verhältnis zur Schiffsgröße, dem Schiffszug, der Verkehrsmenge oder der Häufigkeit der Schiffsbegegnungen und den durch Art, Zahl und Hubhöhe der Schiffshebewerke bedingten Kosten für die Schiffsschleusungen einschließlich des dabei eintretenden Schleusungsaufenthalts. Die hier zu behandelnden Schleusen und anderen Schiffshebewerke bilden Verkehrshindernisse, deren Nachteil bei vielen, großen Höhenunterschieden der Kanalhaltungen sich vermehren und deren Überwindung mit geringstem Zeit- und Geldaufwand zu erstreben ist. Die vorliegende Aufgabe betrifft demnach in erster Linie eine wirtschaftliche Frage.

Es sollen daher nachstehend die Schiffshebewerke zur Überwindung größerer Geländehöhen nur vom wirtschaftlichen Standpunkt untersucht werden, wobei vier Arten: Schleusen, senkrechte Schwimmerhebewerke, quergeneigte Ebenen und längsgeneigte Ebenen zur Vergleichung herangezogen sind, ohne auf die Bauwerke selbst und ihre mechanischen Bewegungseinrichtungen näher einzugehen.

Allgemeine Annahmen.

In Fachschriften veröffentlichte Beispiele von Schiffshebewerken aller Art bieten für die unmittelbare Vergleichung keine genügenden Angaben, weil darin die Abmessungen der Kanäle und Hebewerke, Schiffsgrößen und Hubhöhen verschieden sind und auch die Annahmen für Berechnung der Schleusungsdauer Abweichungen zeigen, besonders was die Bemessung der Ein- und Ausfahrtszeiten der Schiffe und die vor und hinter den Hebewerken zurückzulegenden, aber zur Schleusungstrecke hinzuzurechnenden Kanalteile betrifft. Um einen gleichen Maßstab zu erhalten, sollen folgende Annahmen gemacht werden, wobei die Abmessungen neuerer großer Binnenschiffahrtskanäle für Schiffe von 600 t Tragfähigkeit (vgl. Dortmund-Ems-Kanal)[2]) zugrunde gelegt wurden:

Gelände gleichmäßig ansteigend auf sehr große Erstreckung. Erdarbeiten bleiben zunächst unberücksichtigt.

Kanal mit 2,50 m Wassertiefe, 18 m Breite der Sohle, 30 m Breite des Wasserspiegels.

Nur große einzeln fahrende Schiffe: 65 m Länge, 8,20 m Breite, 1,80 m Tiefgang, 600 t Tragfähigkeit, 120 t Rückfracht oder durchschnittlich 360 t.

Mittlere Fahrgeschwindigkeit auf freier Kanalstrecke 1,10 m/Sek. oder 4 km/Stunde.

Nur einfache Schleusen mit Sparbecken: 67 m Länge, 9 m Breite, 3 m Wassertiefe über dem Unterdrempel, 4,50 m über dem Oberdrempel.

Nur einfährige Hebewerke, Schwimmerhebewerke mit Gegengewichtsschwimmern, Quer- und Längsebenen mit rollenden Gegengewichten, der Trog hat 2,50 m Wassertiefe, 9 m Breite. Schiffe sind schwimmend zu heben.

Voller Schleusungsbetrieb, ununterbrochenes Auf- und Abwärtsschleusen mit Kreuzung der Schiffe, täglich 24 Betriebsstunden.

Mechanischer Betrieb für Schleusen und Hebewerke, sowohl für Bedienung der Tore, Schützen, Ventile usw. wie für Ein- und Ausfahren der Schiffe.

2) Vgl. Zeitschrift für Bauwesen, Berlin 1901 und 1902.

Beim Dortmund-Ems-Kanal mit 8,60 m breiten Schleusen haben große beladene Schiffe 8 m Breite und 1,75 m Tauchtiefe (14 qm eintauchender Schiffsquerschnitt), es werden aber auch Schiffe von 2 m Tiefgang (Seeleichter) mit 16 qm Querschnitt zugelassen. Um diesen Verhältnissen zu entsprechen sind 9 m breite Schleusen und Schiffe mit 8,20 m Breite und 1,80 m Tiefgang (14,80 oder rund 15 qm Querschnitt) angenommen.

Schleusungsdauer.

1. Schleusen.

Für die Berechnung wird vorausgesetzt, daß längeres Warten an den Schleusen und Hebewerken nicht stattfindet (siehe 5 Minuten Wartezeit bei Berechnung von V), vielmehr soll das einzelne Schiff genau zu dem Zeitpunkt eintreffen, wenn der Schleusungsvorgang des entgegenkommenden Schiffes beendet ist. Nach Abb. 1 Bl. 49 bildet das Kanalstück $I—II$ die aus etwa fünf Schiffslängen bestehende oder 350 m lange Schleusungsstrecke. Darin darf bei dem hier angenommenen ununterbrochenen Schleusungsbetrieb (entsprechend der Höchstleistung des Hebewerkes) nur das in der Schleusung begriffene mit 1 bezeichnete Schiff liegen, das erst durch die Strecken c und b nach dem Unterwasser ausgefahren sein muß, bevor das zu Berg fahrende Schiff 2 mit einem kleinen Dampfboot oder einem anderen Zugmittel an das Leitwerk nach Strecke c gebracht werden kann.

Seitliches Verholen von Schiffen soll nicht stattfinden, weil dies nach Erfahrungen beim Dortmund-Ems-Kanal für große Schiffe unzweckmäßig ist und mehr Zeit erfordert als die längere Vorwärtsbewegung. Die durchschnittliche Schleusungsdauer für voll beladene und mit $^1/_5$ Rückfracht beladene (im folgenden mit leer bezeichnete) Schiffe in der Strecke $I—II$ berechnet sich dann, wenn X die Hubhöhe bedeutet, folgendermaßen:

Anfahrt durch Strecke b und c, zusammen 140 m lang, mit einer mittleren Geschwindigkeit von 0,50 m/Sek. (einschließlich Verzögerung beim Verlassen der Ruhelage in Strecke a, Richtungsänderung in b und Aufnahme des Spillseils am Leitwerk in c) $= \frac{140}{0,5} =$ 4 Minuten 40 Sekunden.

Einfahrt mit Spillzug in die offene Schleuse durch Strecke d vom Unterwasser her. Nach Abb. 2 Bl. 49 sind zwei Umläufe (mit besonderen Ausmündungen nach dem Unterwasser) von je 3,50 qm Querschnitt in den Kammerwänden vorhanden, so daß bei einer durchschnittlichen Einfahrtsgeschwindigkeit von 0,30 m/Sek. (einschließlich Anhalten des Schiffes und Festmachen in der Schleuse) die verdrängte Wassermenge von $15 \cdot 0,30 = 4,5$ cbm/Sek. eine Rückströmungsgeschwindigkeit des Wassers von $\frac{4,5}{19} = 0,24$ m erzeugt und die mittlere relative Schiffsgeschwindigkeit $= 0,30 + 0,24 = 0,54$ m beträgt. Demnach dauert die Einfahrt $\frac{70}{0,30} =$ 3 Minuten 53 Sekunden.

Schließen des Untertores = 1 Minute.

Schiffshebung oder Senkung soll nur zu 2,5 cm/Sek. angenommen werden. Demnach erfordert bei X m Hubhöhe die Schiffshebung $= \frac{X}{0,025 \cdot 60}$ Minuten.

Öffnen des Obertores = 1 Minute.

Ausfahrt aus der Schleuse erfolgt nach Abb. 3 Bl. 49 bei 4,50 m tiefem Oberdrempel mit einer mittleren Geschwindigkeit von 0,34 m/Sek., wenn hier ebenfalls die relative Schiffsgeschwindigkeit von 0,54 m eintreten soll, oder erfordert $\frac{70}{0,34}$ = 3 Minuten 26 Sekunden.

Abfahrt des Schiffes von Strecke *e* nach *g* erfordert für einen etwa 40 m langen Brückenkanal (oder für die Außenhäupter vor und hinter der Schleusenkammer) $= \frac{40}{0,40}$ und für die übrige 100 m lange Strecke $= \frac{100}{0,60}$, zusammen = 4 Minuten 27 Sekunden.

Die gesamte Schleusungsdauer setzt sich demnach zusammen aus:

An- und Abfahrt = 4 Min. 40 Sek. + 4 M. 27 Sek. = ...	9 Min.	7 Sek.
Ein- und Ausfahrt aus der Schleuse = 3 Min. 53 Sek. + 3 Min. 26 Sek. = 7 Min. 19 Sek., wovon für die Hälfte leere Schiffe 2 · 1 = 2 Minuten oder für alle Schiffe 1 Minute abzuziehen ist =	6 „	19 „
Tore schließen und öffnen = 2 · 1 =	2 „	— „
Hebung oder Senkung des Schiffes =	$\frac{X}{0,025 \cdot 60}$ Min.	

$$\text{Schleusungsdauer} = 17,43 + \frac{X}{0,025 \cdot 60} \text{ Minuten.}$$

Zur Begründung der Zeitbemessung der Schiffsbewegungen, die nach Erfahrungen an kleineren Kanälen reichlich hoch erscheint, sei darauf hingewiesen, daß es sich hier um schwerfällige Schiffe von 600 t Tragfähigkeit handelt und alle etwa durch mangelhafte Schiffsführung und Schleusenbedienung, Wind, Witterung, schlechte Beleuchtung usw. vorkommenden Störungen eingeschlossen sind. Bei der An- und Abfahrtsgeschwindigkeit von durchschnittlich 0,50 und 0,60 m/Sek. ist kein Unterschied zwischen vollen und leeren Schiffen gemacht, die angesetzten Geschwindigkeiten sind als Mittelwerte anzusehen. Unmittelbar vor und hinter der Schleusenkammer tritt durch die Schleusenhäupter und deren Flügelmauern oder durch einen anschließenden Brückenkanal (bei Schwimmerhebewerken) eine Fahrwasserverengung auf etwa 40 m Länge ein, für welche eine auf 0,40 m/Sek. ermäßigte Schiffsgeschwindigkeit angesetzt wurde. Die übliche Anordnung der Schleusenhäupter mit einer Durchfahrtsweite gleich der Kammerbreite ist für Schiffsbewegung und Wasserströmung ungünstig und könnte durch schräge Anordnung des Außenmauerwerks verbessert werden. Die Führung der an Leitwerken längsstreichenden Schiffe erleidet dadurch keinen Nachteil. Es kann dann die Länge der engen Schleusenkammer, worin sich das Schiff wie ein schlecht schließender Kolben bewegt, mit rund 70 m berechnet werden.

So vorteilhaft es zur Herabminderung der Schleusungsdauer sein würde, die Schiffsgeschwindigkeit bei Ein- und Ausfahrt möglichst zu steigern, empfiehlt es sich nach eingehenden beim Bau des Dortmund-Ems-Kanals angestellten Untersuchungen[3]) doch, über das Maß von höchstens 0,50 m nicht hinauszugehen, weil einerseits die erforderlichen Zugkräfte bei wachsender Geschwindigkeit stark zunehmen und anderseits die Sicherheit für Schiff und Bauwerk durch die größere lebendige Kraft des schweren Schiffes gefährdet erscheint. Demnach ist die mittlere Geschwindigkeit des beladenen Schiffes für Einfahrt mit nur 0,30 m/Sek. und für Ausfahrt mit 0,34 m/Sek., die des leeren Schiffes mit 0,41 und 0,45 m/Sek., oder die durchschnittliche Schiffsgeschwindigkeit mit 0,38 m/Sek. angenommen.

Zur Ersparung genauerer Berechnungen ist davon ausgegangen, daß sich der Schiffswiderstand durch die relative Schiffsgeschwindigkeit, d. h. die Summe aus der Schiffsbewegung und der Geschwindigkeit des neben dem Schiff zurückfließenden Wassers ausdrückt. Es ergibt sich dann für Einfahrt des Schiffes in die Schleuse nach Seite 502 0,30 + 0,24 = 0,54 m als relative Geschwindigkeit. Für Ausfahrt in den Oberkanal folgt für dieselbe relative Geschwindigkeit 0,34 m/Sek. als Schiffsgeschwindigkeit, denn 15 · 0,34 = 5,1 cbm und $\frac{5,1}{26}$ = 0,20, daher 0,34 + 0,20 = 0,54 m. Der Oberdrempel ist 4,50 m tief angenommen, wodurch die Schleusentore, wenn man überhaupt Stemmtore und nicht Klapptore wählen will, eine zweckmäßigere Form erhalten und Aus- und Einströmung des Wassers erheblich erleichtert wird. Hierbei wurde auf die Umläufe, die den Wasserausgleich beim Ausfahren wenn auch in geringerem Maße als bei der Einfahrt unterstützen, keine Rücksicht genommen, um zu verhüten, daß die Annahmen für Schleusen im Vergleich mit den anderen Hebewerken zu günstig erscheinen. Aus demselben Grunde ist als Geschwindigkeit der Schiffshebung oder Senkung nur 2,5 cm/Sek. gerechnet, obwohl nach den folgenden Erörterungen (S. 525) eine größere Geschwindigkeit angenommen werden könnte.

Öffnen oder Schließen der Tore ist mit je 1 Minute angesetzt, tatsächlich dauert es bei den Schleusen des Dortmund-Ems-Kanals kaum 0,5 Minuten.

2. Senkrechte Schwimmerhebewerke.

An- und Abfahrt wie bei der Schleuse	9 Min.	7 Sek.
Tore schließen und öffnen desgl. . . .	2 „	— „
Schiffshebung oder Senkung mit einer Geschwindigkeit von 11 cm/Sek., wie in Henrichenburg	$\frac{X}{0,11 \cdot 60}$ Min.	
Ein- und Ausfahrt aus dem Trog. Nach Abb. 4 u. 5 Bl. 49 ist die Schiffsgeschwindigkeit bei vollen Schiffen = 0,19 m/Sek., bei leeren = 0,38 m/Sek., wenn wiederum die relative Geschwindigkeit des Schiffes 0,54 m beträgt, woraus sich 6 Min. 1 Sek., bezw. 3 Min. 4 Sek., oder durchschnittlich für Ein- und Ausfahrt ergeben .	9 Min.	5 Sek.
Anschluß des Troges an die Häupter und Lösung erfordern für Einstellen des Dichtungskeiles, Verriegelung, Spaltwasser-Ein- und Auslassen = 2 · 2 .	4 „	— „

$$\text{Schleusungsdauer} = 24,20 + \frac{X}{0,110 \cdot 60} \text{ Minuten.}$$

3) Unter Leitung des Vorsitzenden der Kanalkommission Geh. Baurat Oppermann wurden durch die Regierungs- und Bauräte Lieckfeldt, Gröhe und Ruprecht eingehende Berechnungen über Zugkraft und Schiffsgeschwindigkeit beim Schleusen angestellt, die zur Folge hatten, daß die anfangs zu 2,50 m geplante Drempeltiefe auf 3 m festgesetzt wurde. Bei 8,6 m Breite der Kammer und 0,50 m Schiffsgeschwindigkeit verhalten sich die Schiffswiderstände für 2,50, 3 und 3,50 m Wassertiefe wie 1 : 0,39 : 0,21 und betragen 1450, 570 und 305 kg. Die Ersparnis an Schleusungszeit beträgt bei 3 m Wassertiefe im Vergleich zu 2,50 m Tiefe 1,4 Min. für einen Doppelhub.

Beim Hebewerk in Henrichenburg beträgt Ein- und Ausfahrt $2 \times 4,5 = 9$ Minuten oder genau soviel, wie vorstehend berechnet ist.

Die Geschwindigkeit des einfahrenden Schiffes berechnet sich nach den Angaben der Abb. 4 u. 5 Bl. 49 aus den Gleichungen $a \cdot x = b \cdot y$ und $x + y = 0,54$ zu $x = \frac{b \cdot 0,54}{a + b}$.

3. Einfährige Querebenen mit Vor- und Hinterhäfen.

Abb. 6 u. 7 Bl. 49, Trogfahrgeschwindigkeit 0,50 m/Sek. und Neigung der Ebene 1 : 8.

An- und Abfahrt fallen für die Schleusungsdauer aus, weil das rückwärts in den Trog einfahrende Schiff 1 nicht das unmittelbar vorher ausfahrende Schiff zu kreuzen hat = ... — Min. — Sek.

Ausfahrt des geschleusten Schiffs mit 0,70 m/Sek. und Einfahrt des folgenden Schiffs mit 0,6 m/Sek. oder $\frac{70}{0,70} + \frac{70}{0,60}$ = 1 Min. 57 Sek. + 1 Min. 40 Sek. = 3 „ 37 „

Tore schließen und öffnen (je zwei oben und unten) = 2 · (1 Min. 30 Sek.) = . 3 „ — „

Anschluß des Troges an die Doppelhäupter und Lösung: Dichtungskeile, Spaltwasser (je zwei Anschlüsse gleichzeitig) oben und unten 2 · 3 = . . . 6 „ — „

Trogfeststellung dem Wasserstand entsprechend und Lösung oben und unten einschließlich Wasserausgleich zwischen Trog und Kanalhaltung = 2 · 2,5 = . 5 „ — „

Schiffshebung oder Senkung = $\frac{X}{v \cdot \sin \varphi \cdot 60}$ wird (für $v = 0,50$ m/Sek. und $\sin \varphi = \frac{1}{8}$) $= \frac{X}{0,5 \cdot \frac{1}{8} \cdot 60} = . . . \frac{X}{0,062 \cdot 60}$ Min.

Schleusungsdauer $= 17,62 + \frac{X}{0,062 \cdot 60}$ Minuten.

Für Ein- und Ausfahrt konnten erhebliche Geschwindigkeiten von 0,60 und 0,70 m/Sek. unbedenklich angenommen werden, weil nach Öffnung beider Tore die leichte Beweglichkeit des Schiffes gegeben ist und Gefahren für Schiff und Bauwerk bei nicht rechtzeitiger Fahrthemmung kaum eintreten können; es wurde aber zur Verhütung von Zusammenstößen angenommen, daß die gleichzeitige Aus- und Einfahrt nicht stattfinden soll, so daß die vollen Zeiten für Ein- und Ausfahrt in Rechnung zu stellen waren. Durch beiderseitige Torbewegungen und Troganschlüsse, die aber nicht vollständig gleichzeitig erfolgen können, tritt geringer Zeitverlust ein, der mit einer Minute als Zuschlag zu den Zeitaufwendungen bei Schwimmerhebewerken angesetzt ist.

Hinzu tritt Zeitaufwand für Trogfeststellung, die entsprechend dem jeweiligen Kanalwasserstand etwa in den Grenzen von $\pm$ 0,20 m durch Wahl des Haltepunktes so erfolgen kann, daß Kanal- und Trogwasserspiegel gleich hoch liegen und daher Ausspiegelung der Wasserstände vor dem Aufziehen der Tore nicht erforderlich wird. Für diesen Zweck ist den Haltungstoren und den Dichtungsflächen der Häupter und des Troges nach jeder Seite um $0,20 \cdot 8 = 1,60$ m vergrößerte Breite und entsprechend größere Tiefe zu geben. Stärkere Wasserschwankungen des Kanals, die, wie in den „Schlußbemerkungen“ angegeben, eintreten können, erfordern vor und nach dem Troganschluß Wasserausgleichungen zwischen Trog und Kanal, wofür im ganzen 2,5 Minuten angesetzt sind.

4. Einfährige Längsebene.

An- und Abfahrt wie vorstehend . . 9 Min. 7 Sek.

Ein- und Ausfahrt aus dem Trog desgl. 9 „ 5 „

Tore schließen und öffnen, oben und unten 2 · 1 = ... 2 „ — „

Anschluß des Troges an die Häupter und Lösung, Dichtungskeil, Verriegelung, Spaltwasser, oben und unten 2 · 2 = . 4 „ — „

Ausgleichung der Wasserstände zwischen Trog und Haltungen durch Ein- und Auslassen von Wasser, oben und unten 2 · 1,5 = ... 3 „ — „

Schiffshebung oder Senkung = $\frac{X}{v \cdot \sin \varphi \cdot 60}$ wird (für $v = 1,0$ u. $\sin \varphi = \frac{1}{15}$) $= \frac{X}{0,067 \cdot 60}$ Min.

Schleusungsdauer $= 27,20 + \frac{X}{0,067 \cdot 60}$ Minuten.

Der Schiffahrtsbetrieb bei An- und Abfahrt und bei Ein- und Ausfahrt ist genau so wie beim Schwimmerhebewerk, nur wird die ganze Schleusungsstrecke durch die Länge der Ebene vergrößert. Unvorteilhaft unterscheidet sich die Längsebene von den übrigen Hebewerken dadurch, daß die unverrückbar feststehenden Kanalhäupter an jeder Kanalhaltung nur einen ganz bestimmten, nach dem gewöhnlichen Wasserstand bemessenen Haltepunkt zulassen, wodurch bei allen abweichenden Wasserständen die Ausspiegelung nach Ankunft und vor Abfahrt des Troges erforderlich wird. Sieht man zugunsten der Berechnung von den in den „Schlußbemerkungen“ erwähnten äußersten Grenzen der Wasserschwankungen ab und nimmt hierfür nur $\pm$ 0,25 m an, die allein schon durch Windwirkung hervorgebracht werden, und beachtet, daß die Wasserschwankungen am Ober- und Unterhaupt meistens im umgekehrten Sinne erfolgen (sowohl bei Wind, wie bei Wasserdurchleitung durch den Kanal zu Zwecken der Speisung, Spülung und Entlastung), so ist durchschnittlich mit einem Wasserspiegelunterschied von $\pm$ 0,13 cm zu rechnen, oder es sind bei jedem Troganschluß $9,0 \cdot 70 \cdot 0,13$ = rund 80 cbm Wasser in den Trog einzulassen und wieder abzugeben (oder umgekehrt), wodurch sich die Trogwassertiefe um 0,13 m vergrößert oder verkleinert. Für diesen Wasserausgleich ist $\frac{2 \cdot 80}{60} = 2,6$ Minuten Zeit erforderlich, wenn für Zu- und Ableitung einschl. Bedienung der Ventile durchschnittlich 1 cbm in 1 Sekunde gerechnet wird. Es ist aber nur 1,5 Minuten in Rechnung gestellt, um keinesfalls ungünstige Annahmen für die Längsebene einzuführen.

Aus demselben Grunde ist von Anrechnung besonderer Zeitverluste für Betätigung von Vorrichtungen zum Festhalten des Troges in seinen Endstellungen abgesehen, obwohl diese bei Längsebenen wichtig erscheint, weil der Trog nach Hochziehen des Haltungstores einen bedeutenden einseitigen Wasserdruck aufzunehmen hat und beim Hemmen und Festmachen des einfahrenden Schiffes an den Pollern

des Troges, sowie bei etwaigen Stößen des Schiffes gegen die Torschutzbalken Gefahr läuft, vom Kanalhaupt getrennt zu werden. Ferner ist besonders große Fahrgeschwindigkeit des Troges von 1 m/Sek. vorgesehen, um auch hierdurch die Rechnungsannahme günstig zu gestalten.

Die Schleusungsdauer ist demnach:

1. für Schleusen . . . $= 17{,}43 + \frac{X}{0{,}025 \cdot 60}$ Minuten
2. für Schwimmerhebewerke $= 24{,}20 + \frac{X}{0{,}110 \cdot 60}$ „
3. für Querebenen . . . $= 17{,}62 + \frac{X}{0{,}062 \cdot 60}$ „
4. für Längsebenen . . $= 27{,}20 + \frac{X}{0{,}067 \cdot 60}$ „

Größte Leistungsfähigkeit.

Die durch die Schiffszahl ausgedrückte Leistungsfähigkeit $Z = \frac{\text{Zeit}}{\text{Schleusungsdauer}}$ beträgt für 24 Stunden:

1. für Schleusen . . . . $Z = \frac{2160}{26{,}2 + X}$
2. für Schwimmerhebewerke $Z = \frac{9504}{159{,}7 + X}$
3. für Querebenen (1 : 8 u. $v = 0{,}50$ m)
$$Z = \frac{1440}{17{,}62 + \frac{X}{0{,}062 \cdot 60}}$$
4. für Längsebenen (1 : 15 u. $v = 1$ m)
$$Z = \frac{1440}{27{,}20 + \frac{X}{0{,}067 \cdot 60}}$$

Reisegeschwindigkeit in einer Minute.

Die durchschnittliche Reisegeschwindigkeit V des Schiffs einschließlich Schleusungsaufenthalt beträgt, wenn der Neigungswinkel des Geländes $= \alpha$ ist und die Fahrgeschwindigkeit in der außerhalb der 350 m langen Schleusungsstrecke[4]) liegenden freien Kanalstrecke = 1,10 m/Sek. angenommen wird:

$$V = \frac{X \cdot \text{Neigung des Geländes}}{\text{Schleusungszeit} + 5 \text{ Min. Wartezeit} + \frac{\text{freie Kanalstrecke}}{1{,}10 \cdot 60}}$$

Es ist mechanischer Schiffszug vom Ufer aus vorausgesetzt, der gestattet, daß Abgeben und Aufnehmen des Zugmittels nur je 2,5 Minuten oder zusammen 5 Minuten Wartezeit erfordert, hieraus folgt:

1. für Schleusen: (Abb. 8 Bl. 49)
$$V = \frac{X \cdot \operatorname{cotg} \alpha}{17{,}13 + X \cdot \left(0{,}67 + \frac{\operatorname{cotg} \alpha}{66}\right)},$$
2. für Schwimmerhebewerke . . . .
$$V = \frac{X \cdot \operatorname{cotg} \alpha}{23{,}90 + X \cdot \left(0{,}15 + \frac{\operatorname{cotg} \alpha}{66}\right)},$$
3. für Querebenen (1:8 u. $v = 0{,}5$ m) (Abb. 9a u. b Bl. 49)
$$V = \frac{X \cdot \operatorname{cotg} \alpha}{29{,}82 + X \cdot \left(0{,}27 + \frac{\operatorname{cotg} \alpha}{66}\right)},$$

4) Die Wegestrecke ist in der Berechnung irrtümlich zu 350 m angenommen, während sie 350 + 70 m für die Ausfahrt des Schiffs aus der Schleusungsstrecke = 420 m beträgt. Die Werte für V werden dadurch etwas größer, aber nur unbedeutend.

4. für Längsebenen (1 : 15 u. $v = 1{,}0$ m) (Abb. 10 Bl. 49)
$$V = \frac{X \cdot \operatorname{cotg} \alpha}{26{,}92 + X \cdot \left(0{,}25 + \frac{\operatorname{cotg} \alpha}{66}\right)}.$$

Wie aus Abb. 8 bis 10 Bl. 49 hervorgeht, sind keine Einschnitte der Kanalanlagen in das Gelände angenommen. Über die praktische Lage der Bauwerke zum Gelände und dabei eintretende Erdarbeiten vgl. den später folgenden Abschnitt: „Kosten der Erdeinschnitte bei steiler Geländeneigung".

Günstigste Hubhöhe X.

Es ist die günstigste Hubhöhe X der Hebewerke für verschiedene Geländeneigungen zu bestimmen, wobei zunächst angenommen werden soll, daß das Gelände in sehr großer Erstreckung die Neigung α hat, es sich also nicht um Überwindung von bestimmten Gefällen zwischen zwei Kanalhaltungen handelt. Die durch X ausgedrückten Werte Z bestätigen, was auch die einfache Überlegung sagt, daß die Leistungsfähigkeit bei kleiner Hubhöhe X am größten wird. Aus den ebenfalls durch X ausgedrückten Werten V ergibt sich dagegen umgekehrt, daß die größte Geschwindigkeit bei möglichst großem X eintritt. Es fragt sich, wie das günstigste X bestimmt werden kann? In erster Linie wird es wohl immer darauf ankommen, Schleusen und Hebewerke bezüglich der Zahl der Schleusungen leistungsfähig zu gestalten und weniger Wert auf die Reisegeschwindigkeit des Schiffes zu legen, weil eine bedeutende, das durchschnittliche Maß erheblich übersteigende Schleusungsleistungsfähigkeit wegen erfahrungsmäßig häufig eintretender Ungleichheit der zu befördernden Schiffszahl nicht entbehrt werden kann. Besonders ist dies bei Kanälen der Fall, die mit freien Flüssen in Verbindung stehen, deren Schiffahrtsbetrieb naturgemäß von wechselnden Flußwasserständen abhängig ist. Auch handelt es sich bei Kanalschiffahrt vorzugsweise um minderwertige Massengüter, deren Verzögerung durch eine längere Schleusen- oder Hebewerkstreppe nicht so nachteilig wie bei anderen Gütern erscheint, zumal bei längeren Schiffsreisen die Verlangsamung der Reisegeschwindigkeit nur an einzelnen Stellen auftritt und im ganzen wenig ausmacht. Anderseits darf eine möglichst große Reisegeschwindigkeit nicht unbeachtet bleiben, die nicht allein der Güterbeförderung, sondern auch der besseren Ausnutzung des Schiffsparks zu statten kommt. Schleusen und Hebewerke haben nicht den Zweck, nur Schiffe zu heben und zu senken, sie müssen vielmehr im Zusammenhang mit der anschließenden Kanalstrecke so eingerichtet sein, daß sie der Weiterbeförderung des Kanalgutes einen möglichst geringen Widerstand bieten. Dieser Forderung wird genügt, wenn die wirtschaftliche Leistung des Hebewerkes zusammen mit seinem zugehörigen Kanalstück, das bis zum nächsten Hebewerk reicht, oder die tonnenkilometrische Leistung dieser Strecke, d. h. das Produkt $V \cdot Z$ am größten wird.

Demgemäß ist die Berechnung von X erfolgt, indem durch Multiplikation der vorstehenden Werte für Z und V die Gleichung: $V \cdot Z =$ Funktion $(X, \operatorname{cotg} \alpha)$ gebildet und aus dieser in bekannter Weise durch Differenzierung nach dx und Setzung des Differenzialquotienten $= 0$ das Maximum für X gefunden wurde.

Es wird das günstigste X für Maximum $V \cdot Z$:

1. für Schleusen . . . $X = \sqrt{\frac{447{,}9}{0{,}67 + \frac{\operatorname{cotg}\alpha}{66}}}$

2. für Schwimmerhebewerke . . . . . . $X = \sqrt{\frac{3817{,}3}{0{,}15 + \frac{\operatorname{cotg}\alpha}{66}}}$

3. für Querebenen . . $X = \sqrt{\frac{525{,}4}{0{,}27 \cdot \left(0{,}27 + \frac{\operatorname{cotg}\alpha}{66}\right)}}$
(1 : 8 u. $v = 0{,}50$ m)

4. für Längsebenen . . $X = \sqrt{\frac{732{,}8}{0{,}25 \cdot \left(0{,}25 + \frac{\operatorname{cotg}\alpha}{66}\right)}}$
(1:15 u. $v = 1{,}00$ m)

Durch Einsetzen verschiedener Werte für Geländeneigung α ergeben sich die zugehörigen Werte für X und daraus für Z und V, die in Abb. 4 Bl. 50 für die zu vergleichenden vier Hebewerksarten in Linien aufgezeichnet und in Tabelle 1 in Zahlen zusammengestellt sind. Es ist voller Schleusungsbetrieb von täglich 24 Stunden an jährlich 270 Tagen angenommen.

Aus praktischen Gründen mußten die Hubhöhen der Hebewerke beschränkt werden. Schleusen konnten das rechnungsmäßig günstigste $X = 14{,}90$ m behalten, weil Schleusen von dieser Höhe noch ausführbar erscheinen. Die Höhe der Schwimmerhebewerke, deren günstigste Hubhöhe durchweg höher als 20 m ist, wurde auf 20 m beschränkt wegen der selbst bei sehr gutem Baugrund schwierigen Brunnenherstellung. Für Quer- und Längsebenen erschien 40 m als obere Hubgrenze zweckmäßig, weil die Leistungen Z und $V \cdot Z$ bei größerem X erheblich abnehmen (siehe Abb. 4 Bl. 50) und dadurch im Vergleich mit Schleusen und Schwimmerhebewerken ungünstig werden. Infolge dieser in Abb. 4 Bl. 50 durch wagerechte Teile der Bogenlinien X ausgedrückte Begrenzung der Hubhöhe wird Leistung Z vermehrt, während V und $V \cdot Z$ eine geringe Einbuße erleiden. Zum Vergleich sind auch die Werte für eine Längsebene von 100 m Höhe eingetragen.

Die Leistung $V \cdot Z$ für Querebenen ist fast durchweg größer als bei den übrigen Hebewerken. Hiernach kann die Querebene von 40 m Hubhöhe, nach tonnenkilometrischer Leistung berechnet, als das leistungsfähigste Hebewerk für sehr große Gefälle bezeichnet werden. Die Werte $V \cdot Z$ haben allerdings keine ausschlaggebende Bedeutung, sie beziehen sich nur auf die Fahrt innerhalb der sehr lang gedachten Hebewerkstreppe, in welcher für geneigte Ebenen vermöge ihrer größeren Hubhöhe weniger Schleusungen als bei Schleusen und Schwimmer-Hebewerken vorkommen und damit geringerer Schleusungsaufenhalt oder größere mittlere Reisegeschwindigkeit eintritt und für Querebenen der Vorteil rascher Schleusung durch Benutzung von Vor- und Hinterhäfen hinzukommt. Maßgebend könnten die Werte $V \cdot Z$ sein, wenn der ganze Kanal aus Hebewerkstreppen ohne längere Zwischenhaltungen bestände.

Die größte Reisegeschwindigkeit V in einem so gestalteten Kanal erreichen Längsebenen, wobei die Hebung und Senkung des Schiffes in der Richtung des Reiseweges von Vorteil ist. Es wächst V mit der Hubhöhe, wie auch aus den Angaben über die 100 m hohe Längsebene ersichtlich ist, die dadurch bei steilem Gelände von 1 : 45 sogar einen größeren Wert für $V \cdot Z$ als die Querebene aufweist. Sie hat dabei aber nur die halbe Güterleistung Z der Querebene, woraus ohne weiteres und ohne Rücksicht auf die nachstehend zu behandelnde Kostenfrage geschlossen werden kann, daß Zusammenlegung vieler kleiner Hebewerke zu einem sehr hohen Hebewerk nicht zweckmäßig ist. Selbst für den Fall einer längeren nur aus Hebewerkstreppen bestehenden Kanalstrecke würde man zur Erzielung des Vorteils einer doppelten Schiffszahl die Verminderung der an sich schon geringen Reisegeschwindigkeit in Kauf nehmen können, also der Querebene den Vorzug vor der Längsebene einräumen. Der Vorteil größerer Reisegeschwindigkeit bei Ebenen, der allein durch ersparte Schleusungsdauer hervorgebracht wird, ist außerdem nicht bedeutend und fällt fast ganz weg, wenn sich an die Schleusentreppe längere Kanalhaltungen anschließen, was in Wirklichkeit meistens zutreffen wird.

Besser zur Vergleichung eignet sich die von V unabhängige, durch Schiffszahl Z ausgedrückte Verkehrsmenge, die nach Abb. 4 Bl. 50 für Schleusen und Querebenen fast gleich groß ist, während sie bei Längsebenen und besonders bei der 100 m hohen Längsebene weit zurücksteht. Für Schwimmerhebewerke ist Z bei Geländeneigung 1 : 90 etwa gleich mit Querebenen und Schleusen, übertrifft diese aber bei steileren Neigungen. Hiernach müßte für sehr steiles Gelände dem 20 m hohen Schwimmer-Hebewerk die größte Leistungsfähigkeit zuerkannt werden, allerdings mit der Einschränkung, daß seine Anwendbarkeit schon bei $\operatorname{cotg}\alpha = 67{,}5$ aufhört, während die Anwendung der Querebene bis $\operatorname{cotg}\alpha = 33{,}75$ möglich ist. Die Anwendungsgrenzen folgen aus der Annahme einer sehr langen Kanallinie von gleichmäßiger Steigung, wobei das Überschreiten der mittleren Geländeneigung durch Einschnitte nicht zulässig erschien, um große und sich fortgesetzt steigernde Erdarbeiten zu vermeiden.

Für die wirkliche Anwendung gestalten sich die Verhältnisse jedoch wesentlich anders, weil solche Geländeneigungen nicht vorkommen, sondern meistens begrenzte Höhen mit verschiedenen Abstufungen zu überwinden sind, so daß die Hebewerke schon aus Rücksicht auf die Erdarbeiten dem Gelände möglichst angepaßt werden müssen, auch wird die Teilung des Gefälles genau entsprechend der berechneten günstigsten Hubhöhe X nicht überall möglich sein. Bei Geländehöhen von 36 m z. B. würden drei Schleusen zu 12 m, zwei Schwimmerhebewerke von je 18 m und Ebenen von 36 m Hubhöhe in Frage kommen und hierdurch andere Verhältnisse eintreten, als sie aus Abb. 4 Bl. 50 hervorgehen, wo in der Ordinatenlinie für $\operatorname{cotg}\alpha = 160$ die günstigste Schleusenhöhe von 12 m im Vergleich steht mit 20 m hohen Schwimmerhebewerken, 27 m hohen Querebenen und 35 m hohen Längsebenen. Ferner kommen als wesentlicher Punkt für die Wirtschaftlichkeit die Kosten in Betracht, die durch Teilung der Hubhöhe der Hebewerke in mehrere Teile erhebliche Veränderungen erleiden. Aus Abb. 4 Bl. 50 folgt, daß bei Teilung der Hubhöhe sowohl Z wie $V \cdot Z$ erheblich steigen, es fragt sich, ob und wie weit die Kosten eine solche Teilung zulassen. Diese Verhältnisse werden nachstehend näher erörtert werden, vorher mögen aber einige Bemerkungen zur Begründung der vorstehenden Annahmen über Wartezeit an

Tabelle 1. Leistungsfähigkeit der Hebewerke. (Wartezeit = 5 Minuten und Schiffsgeschwindigkeit in freier Strecke = 1,10 m/Sek.)

Geländeneigung	Schleusen					Schwimmerhebewerke					Querebenen (1 : 8 und $v = 0,5$ m/Sek.)					Längsebenen (1 : 15 und $v = 1,0$ m/Sek.)					Längsebenen 100 m hoch (1 : 15 und $v = 1,0$ m/Sek.)				
	Hubhöhe	Leistung: Schiffszahl in 24 Stunden	Leistung: Jährliche Gütermenge	Mittlere Reisegeschwindigkeit	Jährliche kilometrische Leistung	Hubhöhe	Leistung: Schiffszahl in 24 Stunden	Leistung: Jährliche Gütermenge	Mittlere Reisegeschwindigkeit	Jährliche kilometrische Leistung	Hubhöhe	Leistung: Schiffszahl in 24 Stunden	Leistung: Jährliche Gütermenge	Mittlere Reisegeschwindigkeit	Jährliche kilometrische Leistung	Hubhöhe	Leistung: Schiffszahl in 24 Stunden	Leistung: Jährliche Gütermenge	Mittlere Reisegeschwindigkeit	Jährliche kilometrische Leistung	Hubhöhe	Leistung: Schiffszahl in 24 Stunden	Leistung: Jährliche Gütermenge	Mittlere Reisegeschwindigkeit	Jährliche kilometrische Leistung
cotg α	X	Z	$Z \cdot 0,097$	V	$V \cdot Z \cdot 0,097$	X	Z	$Z \cdot 0,097$	V	$V \cdot Z \cdot 0,097$	X	Z	$Z \cdot 0,097$	V	$V \cdot Z \cdot 0,097$	X	Z	$Z \cdot 0,097$	V	$V \cdot Z \cdot 0,097$	X	Z	$Z \cdot 0,097$	V	$V \cdot Z \cdot 0,097$
	m	Anzahl	Mill. t	m/Sek.	Mill. tkm	m	Anzahl	Mill. t	m/Sek.	Mill. tkm	m	Anzahl	Mill. t	m/Sek.	Mill. tkm	m	Anzahl	Mill. t	m/Sek.	Mill. tkm	m	Anzahl	Mill. t	m/Sek.	Mill. tkm
28,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,0	27,6	2,68	0,66	1,77
33,75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40,0	50,7	4,93	0,37	1,82	—	—	—	—	—	100,0	27,6	2,68	0,71	1,90
48,75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40,0	50,7	4,93	0,46	2,27	40,0	38,7	3,76	0,57	2,14	100,0	27,6	2,68	0,79	2,12
67,50	—	—	—	—	—	20,0	52,9	5,14	0,48	2,47	36,5	51,2	4,98	0,53	2,64	40,0	38,7	3,76	0,66	2,48	100,0	27,6	2,68	0,86	2,20
90,60	14,9 vom	52,6 Hundert:	5,11 100	0,47	2,40 100	20,0	52,9	5,14 101	0,56	2,88 120	34,6	53,3	5,19 102	0,60	3,11 130	40,0	38,7	3,76 74	0,73	2,74 115	100,0	27,6	2,68 52	0,91	2,44 101
120	13,4 vom	54,5 Hundert:	5,30 100	0,53	2,81 100	20,0	52,9	5,14 97	0,63	3,24 115	30,7	55,6	5,40 102	0,65	3,51 125	39,9	38,9	3,78 73	0,80	3,01 107	100,0	27,6	2,68 51	0,95	2,55 91
200	11,0 vom	58,2 Hundert:	5,66 100	0,64	3,62 100	20,0	52,9	5,14 91	0,76	3,91 109	24,3	59,5	5,78 102	0,74	4,28 117	31,1	41,2	4,00 71	0,87	3,48 96	100,0	27,6	2,68 47	1,01	2,71 75
300	9,3 vom	61,2 Hundert:	5,95 100	0,71	4,22 100	20,0	52,9	5,14 86	0,85	4,37 104	20,1	62,6	6,08 102	0,78	4,74 112	25,4	43,0	4,18 70	0,89	3,72 88	100,0	27,6	2,68 45	1,03	2,76 65
500	7,3 vom	64,6 Hundert:	6,28 100	0,79	4,96 100	20,0	52,9	5,14 82	0,93	4,78 96	15,7	65,8	6,40 102	0,86	5,50 111	19,7	44,9	4,36 69	0,93	4,05 82	100,0	27,6	2,68 43	1,06	2,84 57
2000	3,8 vom	72,1 Hundert:	7,01 100	0,94	6,59 100	11,2	55,6	5,41 77	1,02	5,52 84	8,0	72,8	7,08 101	0,97	6,87 104	9,9	48,5	4,71 67	1,01	4,76 72	100,0	27,6	2,68 38	1,09	2,92 44

Bemerkungen: Die Schiffszahl Z (in 24 Stunden) multipliziert mit $270 \cdot \left(\frac{600 + 120}{2}\right) = Z \cdot 97200$ Tonnen, oder $Z \cdot 0,097$ Mill. Tonnen ist die jährliche Leistung des Hebewerkes, und $V \cdot Z \cdot 97200$ tm oder $V \cdot Z \cdot 0,097$ Mill. tkm die kilometrische Leistung der Kanalstrecke.

cotg α = 28,50 ist die Grenze der Anwendbarkeit für 100 m hohe Längsebenen, wenn der Abstand zweier Hebewerke 1350 m von Mitte zu Mitte beträgt.
cotg α = 33,75 „ „ „ „ „ „ 40 „ „ Querebenen, desgl.
cotg α = 48,75 „ „ „ „ „ „ 40 „ „ Längsebenen, desgl.
cotg α = 67,50 „ „ „ „ „ „ 20 „ „ Schwimmerhebewerke, desgl.
cotg α = 90,60 „ „ „ „ „ „ 14,9 „ „ Schleusen, desgl.

Die Schiffszahl Z bedeutet kreuzenden Schiffsverkehr an den Hebewerken.

den Schleusen, Schiffsgeschwindigkeit, Neigung der Ebenen und Trogfahrgeschwindigkeit Platz finden.

Begründung der Bewegungsgeschwindigkeiten für Schiff, Trog usw.

Ähnliche Untersuchungen wurden angestellt mit Veränderung der Schiffsgeschwindigkeit in freier Kanalstrecke, der Wartezeit an den Schleusen sowie der Neigungen und Troggeschwindigkeiten der Ebenen und die Ergebnisse in Tabellen und graphischen Bildern zusammengestellt, deren Wiedergabe hier entbehrlich erscheint. Es mögen nur die Hauptergebnisse genannt werden.

Bei 30 Minuten Wartezeit für Wechsel des Schleppmittels, nämlich je 15 Minuten vor und hinter jedem Hebewerk, einer mittleren Schiffsgeschwindigkeit in freier Strecke von 1,25 m/Sek., Neigungen der Längsebenen 1 : 25 bis 1 : 15 mit Troggeschwindigkeiten von 0,50 bis 1 m/Sek., Neigungen der Querebenen 1 : 8 mit Troggeschwindigkeiten von 0,50 bis 1 m/Sek. und bei Voraussetzung eines äußersten, nur im steilsten Gelände eintretenden Mindestabstandes der Hebewerke von 350 m folgt aus dem Vergleich der Werte für die Verkehrsmenge Z, daß Längsebenen 1 : 25 mit Troggeschwindigkeit von 0,50 m/Sek. für den Wettbewerb mit den übrigen Hebewerken nicht in Frage kommen können. Zur möglichsten Verbesserung dieses Nachteils ist für weitere Berechnungen die Neigung 1:15 und die Troggeschwindigkeit 1 m/Sek. angenommen. Ob hiermit das aus Gründen der Trogkonstruktion und seines Betriebes zulässige Maß überschritten wird, soll nicht erörtert werden. In den beiden Entwürfen „Universell" und „Austriaca" des für die österreichischen Kanäle ausgeschriebenen Internationalen Wettbewerbs[5]) ist die in der Ausschreibung gegebene Geländeneigung 1:25 gewählt, aber in beiden Fällen ist

5) Vgl. Haberkalt: Österreichische Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst 1904, Heft 49 und 50, und Gerdau, desgl. Heft 52. Ferner Zentralblatt der Bauverw. 1905, S. 125 u. f.

nur 0,50 m Troggeschwindigkeit angenommen. Neigung 1:15 möchte das äußerste Maß für Längsebenen sein, weil hierbei der 70 m lange Trogwagen an seinem hintern Ende schon etwa 12 m Höhe erreicht und eine breite ebenso tief unter den Kanalwasserstand reichende und trocken zu haltende dockähnliche Vertiefung des unteren Teiles der Fahrbahn verlangt, deren weitere Vertiefung bei noch steilerer Neigung nicht rätlich erscheint. Auch bedeutet die zu 1 m/Sek. angenommene Geschwindigkeit die mittlere Reisegeschwindigkeit des Troges, woraus mit Rücksicht auf allmähliche Einleitung und Hemmung der Fahrt (die besonders zur Verhütung von zu starken Wasserschwankungen in dem längs gerichteten Schiffstrog nötig sind) sich etwa 1,25 m als Fahrgeschwindigkeit des Troges ergibt, was zwar zu reichlich erscheint, aber zum Vorteil der Berechnung der Längsebene beibehalten wurde.

Die Querebene 1 : 8 mit 0,50 m Troggeschwindigkeit hat für Z größere Werte als alle anderen Hebewerke, es war daher die Einführung einer größeren Geschwindigkeit nicht erforderlich, die bei quer fahrendem Trog auch größere Bedenken als bei der Längsebene haben dürfte, zumal auch hier durch Beschleunigung und Hemmung der Fahrt die Fahrgeschwindigkeit des Troges etwa 0,60 m/Sek. erreicht. Eine steilere Neigung als 1 : 8 wurde nicht für zweckmäßig erachtet, weil ein zu geringer Abstand der in verschiedenen Höhenlagen nebeneinander herlaufenden Kanalenden je nach der Bodenbeschaffenheit Gefahren für den Bestand des Bauwerkes durch Wasserdurchsickerung bringen könnte.

Demgemäß wurden in weiteren Berechnungen nur Längsebenen 1 : 15 mit $v = 1$ m/Sek. und Querebenen 1 : 8 mit $v = 0{,}50$ m/Sek. angenommen, die genannte Einschränkung der Hubhöhen zu 20 und 40 m eingeführt, die Wartezeit an den Hebewerken in Rücksicht auf geregelten mechanischen Schiffszug von 30 auf 5 Minuten ermäßigt, der Mindestabstand der Hebewerke auf 1350 m bemessen und die mittlere Schiffsgeschwindigkeit in freier Strecke für einen Kanal mit starkem Verkehr gemäß den Haackschen Untersuchungen am Dortmund-Ems-Kanal[6]) zu 1,10 m/Sek. angenommen. Auf diesen Grundlagen ist die Berechnung der Tabelle 1 erfolgt.

Aus dem Vergleich der Zahlenwerte der verschiedenen Berechnungen ergibt sich für alle Schleusen und Hebewerke:

1. mit flacherem Gelände (cotg α) wird das günstigste X kleiner,
2. mit abnehmendem X werden Z und V größer,
3. mit abnehmender Wartezeit wird X kleiner, Z und V größer,
4. mit abnehmender mittlerer Schiffsgeschwindigkeit in freier Kanalstrecke wird X kleiner, Z größer und V und $V \cdot Z$ kleiner,
5. mit zunehmender Troggeschwindigkeit und steilerer Neigung der Ebenen werden X, Z und V größer.

Bau- und Betriebskosten.

Zur genauen Berechnung der Bau- und Betriebskosten bedarf es langjähriger Betriebserfahrungen an ausgeführten Beispielen von der in Frage kommenden Art und Größe der Schleusen und Hebewerke, mindestens aber vollständig durchgearbeiteter und nach gleichen Grundsätzen veranschlagter Entwürfe, die aber nicht vorliegen. Es kann sich daher nur um schätzungsweise auf einzelne Ausführungen und Entwürfe gestützte Berechnungen handeln, die jedoch für eine annähernd zutreffende Übersicht genügen dürften.

6) Vgl. Haack, Schiffswiderstände u. Schiffahrtsbetrieb. Berlin 1900. A. Asher u. Ko.

Bei den Betriebskosten sind 15stündiger Tagesdienst, einfache Besetzung der Bedienungsmannschaft und jährlich 270 Schleusungstage angenommen. Für Verzinsung des Baukapitals wurde 3 vH. angesetzt, für Abschreibung durchschnittlich 3 vH. bei Metallteilen und 0,5 vH. bei Bauarbeiten. Entsprechend der in die Kanallinie fallenden Länge des Hebewerks ist für ersparte Kanalbaukosten ohne Grunderwerb ein Abzug von 400000 ℳ/km gemacht, bei Querebenen dagegen für Verlängerung der Kanalstrecke durch Vor- und Hinterhäfen ein gleicher Kostenzusatz bewirkt.

1. Für Schleusen sind Veröffentlichungen über den Dortmund-Ems-Kanal[7]) und andere von der Königl. Kanalverwaltung in Münster zur Verfügung gestellte Angaben benutzt.

Die Baukosten der elektrisch betriebenen Sparschleuse Münster mit 67 m Länge, 8,60 m Breite und 6,20 m Hubhöhe betragen ohne Grunderwerb, aber einschließlich einer Brücke über das Unterhaupt 668000 ℳ. Hiervon entfallen 473000 ℳ auf Mauer- und Erdarbeiten, nämlich 114000 ℳ für Grundbau, Erdarbeit und Wasserhaltung, 317000 ℳ für Kammerwände, Häupter und Einfassung der Seitenbecken und 42000 ℳ für Insgemein. Ferner kommen 195000 ℳ auf bewegliche und Metallteile, nämlich 150000 ℳ für Schleusentore, Umlaufschützen (einschließlich 114500 ℳ für Maschinenanlage und elektrische Betriebseinrichtung) und 45000 ℳ für Nebenanlagen einschließlich 43000 ℳ für eine Eisenbahn- und Wegebrücke.

Die unmittelbaren Unterhaltungs- und Betriebskosten einschließlich Löhne betragen jährlich 6300 ℳ oder rund 1 vH. der Baukosten.

Für Verzinsung sind 3 vH. der Baukosten zu rechnen, für Abschreibung durchschnittlich 3 vH. von 195000 ℳ und 0,5 vH. von 473000 ℳ = 8200 ℳ oder rund 1,2 vH. der Baukosten.

Die Baukosten für Schleusen von 4 bis 15 m Hubhöhe sind nach der auf Grund der Dortmund-Ems-Kanalbauten aufgestellten Lieckfeldtschen Formel[8]) bestimmt worden:

$$K = 160000 + 40000\,h + 4000\,h^2 \text{ ℳ}.$$

Hierzu kommen bei einer 6,20 m hohen Schleuse für zwei Sparbecken (auf jeder Seite) zusammen 50000 m und für Maschinenbetriebseinrichtung 100000 ℳ. Für das etwa 85 m lange Schleusenbauwerk sind zur Erreichung rechnungsmäßiger Vergleichswerte $0{,}085 \cdot 400000 = 34000$ ℳ in Abzug zu bringen. Nach vorstehenden Angaben ist Tabelle 2 aufgestellt. Um dem Schein einer zu günstigen Behandlung der Schleusen im Vergleich mit den übrigen Hebewerken zu begegnen, sind die Kosten reichlich hoch gerechnet. Es ist anzunehmen, daß die Lieckfeldtsche Formel zu hohe Werte für große Schleusengefälle ergibt, besonders wenn durch Anwendung von Eisenbeton[9]) Ersparnisse zu erzielen sind. Jeden-

7) Vgl. auch: Statistische Nachweisungen über ausgeführte Wasserbauten des preußischen Staats in der Zeitschrift für Bauwesen 1900 und 1901.

8) Vgl. Lieckfeldt: Zentralblatt der Bauverwaltung 1895 S. 305.

9) Vgl. Schnapp über Frage 1 der Abteilung I auf dem Internationalen Schiffahrtskongreß 1902 in Düsseldorf.

Tabelle 2. Bau- und Betriebskosten von Schleusen.

Hubhöhe der Schleusen und Zahl der Sparbecken	Baukosten						Jährliche Kosten bei 15stündigem Tagesbetrieb			Bemerkungen
	des eigentlichen Bauwerkes nach Lieckfeldt	der Sparbecken	der Maschinen-Betriebseinrichtung	Gesamtbaukosten	Abzug für ersparte Kanallänge	Vergleichswert der Baukosten	Reine Unterhaltungs- und Betriebskosten	Verzinsung u. Abschreibung 3+1,2=4,2 vH. der Bausumme	Jährliche Gesamtkosten	
	Tausend ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ	ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ	
4 m (mit 1 Sparbecken) 1 Becken an jeder Seite mit einem Ventil	384	25	80[1])	489	34	455	4 600	19	24	1) Für jedes Sparbecken-Zylinderventil sind 10 000 ℳ gerechnet.
5 m (wie vor)	460	25	80	565	34	531	5 300	23	28	
6 m (mit 2 Sparbecken) 2 Becken an jeder Seite	544	50	100	694[2])	34	660	6 600	28	35	2) Schleuse Münster mit 6,2 m Hub hat nur 668 000 ℳ gekostet.
7 m (wie vor)	636	50	100	786	34	752	7 500	32	40	
8 m (mit 4 Sparbecken) 4 Becken an jeder Seite	736	100	140	976	34	932	9 300	39	48	
9 m (wie vor)	844	100	140	1084	34	1050	10 500	44	55	Mit oberem und unterem Ausgleichbecken, vgl. Wasserpumpen.
10 m (wie vor)	960	100	140	1200	34	1166	11 700	49	61	
11 m (mit 5 Sparbecken) 5 Becken an jeder Seite	1084	125	160	1369	34	1335	13 400	56	69	
12 m (wie vor)	1216	125	160	1501	34	1467	14 700	62	77	
13 m (mit 6 Sparbecken) 6 Becken an jeder Seite	1356	150	180	1686	34	1652	16 500	69	86	
14 m (wie vor)	1504	150	180	1834	34	1800	18 000	76	94	
15 m (wie vor)	1660	150	180	1990	34	1956	19 600	82	102	

Tabelle 3. Bau- und Betriebskosten von Schwimmer-Hebewerken.

Hubhöhe	Baukosten			Jährliche Kosten				
	Kosten nach Beispiel Henrichenburg	Abzug für ersparte Kanallänge	Vergleichswert der Baukosten	Unterhaltung und kleine Ausbesserungen, 1 vH.	Löhne, Betrieb und Kohlen[1])	Unterhaltung, Betrieb und Kohlen	Verzinsung 3,0 vH. Abschreibung 1,9 vH. Zusammen 4,9 vH.	Jährliche Gesamtkosten
m	Tausend ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ
10	2375	34	2341	23	19	42	115	157
11	2425	34	2391	24	20	44	117	161
12	2475	34	2441	24	21	45	120	165
13	2525	34	2491	25	22	47	122	169
14	2575	34	2541	25	23	48	124	172
14,5	2600 Henrichenburg	34	2566	26	24	50	126	176
15	2625	34	2591	26	24	50	127	177
16	2675	34	2641	26	25	51	129	180
17	2725	34	2691	27	26	53	132	185
18	2775	34	2741	27	27	54	134	188
19	2825	34	2791	28	28	56	137	193
20	2875	34	2841	28	29	57	139	196

1) Für 1 m Hubveränderung ist 1000 ℳ gerechnet.

falls sind die im Verhältnis der Bausumme berechneten Ansätze für Unterhaltung und Betrieb sowie für Abschreibung zu hoch, weil die Löhne mit der Schleusenhöhe nur wenig und noch weniger im Verhältnis zu den Baukosten steigen, ferner weil der durchschnittliche Abschreibungsbetrag (1,2 vH.) geringer wird wegen der nur zu 0,5 vH. anzurechnenden, mit der Höhe stark wachsenden Mauerwerksmassen.

2. Für Schwimmerhebewerke sind die Kosten des elektrisch betriebenen Hebewerks in Henrichenburg[10]) mit 14,50 m Hubhöhe und einem Schiffstrog von 67 m Länge, 8,60 m Breite und 2,50 m Wassertiefe zugrunde gelegt.

Die Baukosten haben 2,8 Millionen Mark betragen, wovon 0,2 Millionen Mark auf ein im Zusammenhang damit erbautes Pumpwerk und 2,6 Millionen Mark auf das Hebewerk selbst nebst einer Wegeunterführung entfallen. Die Veränderung der Hubhöhe um 1 m durch verlängernde oder verkürzende Zwischenglieder zwischen Trog und Schwimmern und andere Arbeiten kosten nach den Preisen der Abrechnung 40 000 ℳ, und mit Zuschlag von 25 vH. für entsprechende Änderung der Abmessungen der Bauglieder und der Aufstellungsgerüste ergeben sich 50 000 ℳ für 1 m Hubhöhe. An ersparten Kanalbaukosten sind wie bei den Schleusen 34 000 ℳ zu rechnen.

Die reinen Betriebs- und Unterhaltungskosten belaufen sich bei vollem Tagesbetrieb jährlich auf 50 000 ℳ, wovon etwa 26 000 ℳ oder 1 vH. der Bausumme für Unterhaltung und kleine Ausbesserungen und 24 000 ℳ für Löhne, Betriebsmaterialien und Kohlen anzusetzen sind. Verzinsung ist mit

10) Vgl. Zeitschrift für Bauwesen 1901 S. 293.

3 vH., Abschreibung mit durchschnittlich 1,9 vH. der Bausumme zu rechnen, nämlich 3 vH. von 1515000 ℳ für Eisen- und Metallteile und 0,5 vH. von 1085000 ℳ für Mauer- und Erdarbeiten.

Daraus ergeben sich für Schwimmerhebewerke von 10 bis 20 m Hubhöhe die in Tabelle 3 zusammengestellten Kosten.

3. Zur Berechnung der Kosten für Querebenen wurde der Entwurf[11]) einer 100 m hohen, 1 : 5 geneigten Querebene mit rollenden Gegengewichten und einem mit 0,90 m/Sek. Geschwindigkeit fahrenden Schiffstrog von 68 m Länge, 8,60 m Breite und 2,10 m Wassertiefe zugrunde gelegt.

Die Baukosten sind auf 5,338 Mill. Mark veranschlagt, hiervon entfallen 3,256 Mill. auf Eisen- und Maschinenteile (Abschreibung 3 vH.) und 2,083 Mill. auf Erd- und Mauerarbeiten (Abschreibung 0,5 vH.), oder die durchschnittliche Abschreibung stellt sich auf 2 vH. der Bausumme.

Für verschiedene Hubhöhen hat Schönbach die Kosten durch Formel $K = 3400000 + 19380 \cdot h$ ℳ ausgedrückt, worin h die Hubhöhe für Neigung 1 : 5 bedeutet. Für die hier angenommene Neigung 1 : 8 ist 19380 mit $\frac{8}{5}$ zu vervielfachen, also $K = 3400000 + 31000 \cdot h$ ℳ.

Durch Vor- und Hinterhäfen nach Abb. 6 Bl. 49 wird der Kanal um $6 \cdot 70 = 420$ m länger, wofür $0,420 \cdot 400000 = 185000$ ℳ hinzuzusetzen sind.

An jährlichen Betriebskosten außer Kohlen sind 60000 ℳ oder 1,1 vH. der Bausumme, nämlich 20000 ℳ für Löhne, 6000 ℳ für Kleinmaterial und Beleuchtung und 34000 ℳ für Unterhaltung und kleine Ausbesserungen gerechnet. Es sind für eine 36 m hohe Querebene die Kosten für Kohlen zu 6 ℳ für jeden Hub berechnet. Hieraus ergeben sich unter Berücksichtigung der jährlichen Schiffszahl die Jahresbeträge für Kohlen, die mit den übrigen Angaben in Tabelle 4 zusammengestellt sind.

Fahrgeschwindigkeit von 0,50 m/Sek. Über das Unterhaupt führt eine Brücke.

Die Baukosten sind zu 5,177 Mill. Mark veranschlagt, wovon 3,562 Millionen auf Eisen- und Maschinenteile (Abschreibung 3 vH.) und 1,615 Millionen auf Bauarbeiten (Abschreibung 0,5 vH.) entfallen, oder die durchschnittliche Abschreibung beträgt 2,2 vH. der Bausumme.

Um die angenäherten Kosten einer 1 : 15 geneigten Längsebene mit einem Schiffstrog und rollenden Gegengewichten zu erhalten, hat eine schätzungsweise Umrechnung stattgefunden, indem 715000 ℳ von den Kosten der Eisen- und Maschinenteile in Abzug gebracht wurden, nämlich für Umwandlung des zweiten Trogwagens in rollende Gegengewichte, der Zahnstange des zweiten Trogwagens in Zugseile und Rollen, Verkürzung des Fahrbahnoberbaues, Wegfall der Maschineneinrichtung des zweiten Trogwagens und der beiderseitigen Haltungsanschlüsse, und indem 156000 ℳ von den Kosten der Bauarbeiten abgesetzt wurden, nämlich für Erdarbeiten durch Verkürzung der Bahn und für Erdarbeiten, Mauerwerk und Nebenanlagen an den Kanalhäuptern, so daß 4,043 Mill. Mark Gesamtbaukosten verbleiben.

Für je 1 m veränderter Hubhöhe sind an Erdarbeiten, Oberbau und Fundamenten entsprechend der Längenänderung der Fahrbahn 27000 ℳ zu rechnen.

Außerdem sind für die 36 m hohe Längsebene mit 674 m Baulänge für ersparte Kanalbaukosten $\frac{674 \cdot 400000}{1000} = 270000$ ℳ abzusetzen und für jedes Meter veränderter Hubhöhe 6000 ℳ zuzusetzen oder abzuziehen. Die verbleibenden Summen, die der weiteren Berechnung zugrunde gelegt wurden, sind Verhältniswerte im Vergleich mit den übrigen Hebewerken, stellen aber nicht die wirklichen Baukosten

Tabelle 4. Bau- und Betriebskosten von Querebenen.

Hubhöhe	Baukosten: Kosten nach Schönbach 3400000+31000·h	Baukosten: Mehrkosten durch Verlängerung der Kanalstrecke	Baukosten: Vergleichswert der Baukosten	Jährliche Kosten: Löhne, Unterhaltung und kleine Ausbesserungen 1,1 vH.	Jährliche Kosten: Kohlen	Jährliche Kosten: Reine Betriebskosten und Kohlen	Jährliche Kosten: Verzinsung 3,0 vH. Abschreibung 2,0 vH. Zusammen 5,0 vH.	Jährliche Kosten: Jährliche Gesamtkosten
m	Tausend ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ
15	3865	185	4050	45	44	89	203	292
20	4020	185	4205	47	47	94	210	304
25	4175	185	4360	48	50	98	218	316
30	4330	185	4515	50	52	102	226	328
36 (zugleich für 35)	4516	185	4701	52	54	106	235	341
40	4624	185	4809	53	56	109	240	349
100	6500	185	6685	74	65	139	334	473

4. Für Längsebenen wurde der Entwurf zu einer 36 m hohen, 1 : 25 geneigten Längsebene[12]) mit zwei elektrisch ausbalanzierten Schiffströgen zugrunde gelegt. Die Tröge haben 69 m Länge, 8,80 m Breite, 2,30 m Wassertiefe und eine

dar. Der beträchtliche Abzug für ersparte Kanalbaukosten bildet eine günstige Annahme, weil streng genommen die Abschreibung für ersparte Kanalkosten nur mit 0,5 vH., dagegen die abgesetzten Hebewerkskosten mit 2,2 vH. berechnet werden müßten.

An jährlichen Betriebskosten sind gerechnet: 21000 ℳ Löhne für 1 Obermaschinist und 8 Mann, 9000 ℳ für Kleinmaterial usw., 20000 ℳ für Unterhaltung und kleine Ausbesserungen, zusammen 50000 ℳ oder 1,2 vH. der Baukosten. Ferner sind die Kohlenkosten für jeden Hub zu

11) Vgl. Schönbach über den preisgekrönten Entwurf der fünf böhmischen Maschinenfabriken in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins 1898 Nr. 24 und 25.

12) Vgl. Haberkalt über den im intern. Wettbewerb 1904 preisgekrönten Entwurf „Universell" der fünf böhmischen Maschinenfabriken in der österr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst 1904, Heft 49. Ferner Zentralbl. d. Bauverwaltung 1905 S. 125.

Tabelle 5. Bau- und Betriebskosten für Längsebenen.

Hubhöhe	Baukosten			Jährliche Kosten				
	Wirkliche Baukosten	Abzug für ersparte Kanalstrecke	Vergleichswert der Baukosten	Löhne, Unterhaltung und kleine Ausbesserungen 1,2 vH.	Kohlen für höchste Leistung	Reine Betriebs- und Unterhaltungskosten	Verzinsung 3,0 vH. Abschreibung 2,2 vH. Zusammen 5,2 vH.	Jährliche Gesamtkosten
m	Tausend ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ
15	3476	144	3332	40	37	77	173	250
20	3611	174	3437	41	40	81	179	260
25	3746	204	3542	43	42	85	184	269
30	3881	234	3647	44	45	89	190	279
36 (zugleich für 35)	4043	270	3773	46	47	93	196	289
40	4151	294	3857	47	49	96	201	297
100	5771	654	5117	61	68	129	266	395

7 ℳ geschätzt (im Entwurf 8,50 ℳ für 1 Doppelhub). Hiernach ist die Tabelle 5 aufgestellt.

Allgemein möge zu vorstehenden Berechnungen der Bau- und Betriebskosten bemerkt werden, daß die aus tatsächlichen Bauausführungen entnommenen Ansätze für Schleusen und Schwimmerhebewerbe keinesfalls zu niedrig, bei Schleusen sogar bestimmt zu hoch gewählt sind. Bei Quer- und Längsebenen dagegen werden die auf Entwürfen beruhenden Rechnungsunterlagen eher zu niedrig gegriffen sein. Bei allen vier Berechnungen ist auf Verteuerung entsprechend der für Schleusen und Schiffstrog angenommenen größeren Abmessungen von 9 m Breite und 2,50 m Wassertiefe keine Rücksicht genommen. Verbreiterung der Schleusen um 0,40 m vergrößert die Baukosten nur um etwa 4000 ℳ, der vermehrte Wasserverbrauch ist S. 523 in Ansatz gebracht. Für Schwimmerhebewerke veranlaßt die Verbreiterung des Troges um 0,40 m Vermehrung des Wassergewichtes um 70 t und erfordert eine 6000 ℳ kostende Vertiefung der Brunnen und Schwimmer um 0,25 m. Bei der Querebene tritt aber gegenüber den der Rechnung zugrunde gelegten Abmessungen ein größeres Wassergewicht des Troges von 300 t und bei der Längsebene von 150 t ein, wodurch ebenso große Vermehrungen der Gegengewichte, entsprechende Verstärkungen der Maschinenleistung und höhere Betriebskosten veranlaßt werden. Die Nichtberücksichtigung dieser Trogänderung gereicht also den Ebenen zum Vorteil.

Nach vorstehenden Angaben über Leistungsfähigkeit und Bau- und Betriebskosten sind in Tabelle 6 die Schleusungskosten für Hubhöhen von 15 bis 100 m zusammengestellt.

Der Kostenbestimmung für ein Schiff ist die höchste Schiffszahl bei vollem Tagesbetrieb an jährlich 270 Tagen und ununterbrochenem Kreuzungsverkehr zugrunde gelegt, so daß die Beträge als kleinste Werte der Schleusungskosten anzusehen sind. Jede verminderte Schiffszahl bringt Erhöhung der Kosten hervor.

Es folgt für alle Hubhöhen die wirtschaftliche Überlegenheit der Schleusen, die an reinen Betriebskosten für eine Schiffshebung nur $^1/_4$ bis $^1/_2$ und an Gesamtkosten $^1/_3$ bis $^1/_2$ der übrigen Hebewerke aufweisen. Nur im Vergleich mit 100 m hohen Quer- und Längsebenen, die aber nur die Hälfte der Gütermenge befördern können, werden die jährlichen Gesamtkosten etwa gleich groß, während die Betriebskosten auch in diesem Falle bei den Schleusen nur die Hälfte betragen. Der wirtschaftliche Vorteil der Schleusen ist hiernach so groß, daß auch noch ungünstigere Annahmen für Schleusen und günstigere für mechanische Hebewerke an dem Ergebnis wenig ändern können. Dieses Ergebnis könnte gegenüber den auf S. 509 u. 510 bezüglich der Werte Z und $V \cdot Z$ erwähnten hohen Leistungen der Querebenen und Schwimmerhebewerke und bei sehr großen Hubhöhen auch der Längsebenen auffallend erscheinen, ist aber begründet in der Eigenschaft der Schleusenbauwerke. Die Baukosten der Hebewerke unterscheiden sich nämlich dadurch, daß für 1 m Hubvermehrung bei Schleusen eine mit der Höhe stark wachsende, dagegen bei den übrigen Hebewerken eine geringe und annähernd gleichbleibende Summe für die Verlängerung der Zwischenteile aufzuwenden ist. Teilung hoher Schleusen in mehrere von derselben Gesamthöhe bringt daher keine Vermehrung der Baukosten, während bei den übrigen Hebewerken nahezu eine Vervielfältigung der Gesamtanlage eintritt, die aber wegen der Kosten nicht in Frage kommen kann. Die Schleusen genießen daher auch allein den Vorteil der durch die Teilung eintretenden größeren Leistung.

Auch mit Anrechnung der Kosten für die beim Schleusen verbrauchte und selbst bei Anwendung von Sparbecken noch immer erhebliche Wassermenge wird das Ergebnis nicht wesentlich geändert, wie aus der Tabelle hervorgeht. Die eingesetzten Beträge bilden die Gesamtkosten für Hebung der ganzen bei der Schleusung verlorenen Wassermenge vom Unterwasser in das Oberwasser, einschließlich Verzinsung und Abschreibung. Hierbei kommen je nach der Sparbeckenanordnung für Schleusen von 4 bis 7 m Höhe Wassermengen von 1700 bis 2200 cbm und für Schleusen von 8 bis 15 m Höhe Mengen von 2500 bis 3150 cbm in Betracht. Da aber diese Wassermenge für eine Doppelschleusung verbraucht wird und in der größeren Hälfte der Schleusenbetriebszeit, im Frühjahr und Herbst, in den meisten Kanälen (wie auch in der durch Wasserpumpen gespeisten Scheitelstrecke des Dortmund-Ems-Kanals) durch Zulauf kleiner Bäche genügend Wasser für Schleusungen vorhanden ist, bleibt durchschnittlich nur $^1/_4$ der Kosten für ein Schiff der jährlichen Gesamtschiffszahl in Anrechnung zu bringen, wonach sich für Schleusen von 4 m Hub nur 0,40 ℳ und für 15 m Hub nur 2,50 ℳ Kosten ergeben. Bei hohen Schleusen empfiehlt sich Hinzufügung zweier auch in der Kostenberechnung berücksichtigten besonderen Sparbecken, von denen das obere im gefüllten Zustand mit dem Oberwasser sich ausspiegelt und das untere im geleerten Zustand mit dem Unterwasser gleich hoch liegt.

Tabelle 6. Schleusungskosten für verschiedene Gefällhöhen. (Von 15 bis 100 m Höhe.)

Gefällhöhe	Zahl und Hubhöhe der Hebewerke	Baukosten ohne Grunderwerb, nach Abzug der Kosten für ersparte Kanallänge	Jährliche Kosten 270 Tage voller Tagesbetrieb: Unterhaltung, kl. Ausbesserungen, Betriebskosten und Kohlen	Jährliche Kosten: Verzinsung und Abschreibung	Jährliche Kosten: Zusammen jährliche Kosten	Leistungsfähigkeit, Täglich: in 24 Stunden	Leistungsfähigkeit, Täglich: in 15 Stunden	Leistungsfähigkeit, Jährlich: 270 Tage zu 15 Stunden	Leistungsfähigkeit, Jährlich: Gütermenge (1 Schiff durchschn. = 360 t)	Schleusungskosten für 1 Schiff bei 270 Tagen zu 15 Stunden: Reine Betriebs- und Unterhaltungskosten	Gesamtkosten für ein Schiff	Aufpumpen des Schleusungswassers	Zusammen für ein Schiff	Bemerkungen
		Tausend ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ	Tausend ℳ	Schiffzahl	Schiffzahl	Schiffzahl	Mill. t	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	
15 m	1 Schleuse von 15,0 m Hub	1956	20	82	102	53	33	8910	3,21	2,24*)	11,4	2,5	13,9	*) 2,24 + 1,30 Wasserpumpen = 3,54 ℳ
	2 Schleusen „ 7,5 „ „	1684	17	71	88	64	40	10800	3,89	1,56	8,1	2.1	10,2	1,56 + 1,05 „ = 2,61 „
	3 „ „ 5,0 „ „	1593	16	68	84	69	43	11610	4,18	1,37	7,2	2,1	9,3	1,37 + 1,05 „ = 2,42 „
	1 Schwimmerhebewerk von 15,0 m Hub	2591	50	127	177	54	34	9180	3,30	5,40	19,3	—	—	Die reinen Betriebskosten für Pumpen
	1 Querebene „ 15,0 „ „	4050	89	203	292	66	41	11070	3,99	8,00	26,4	—	—	betragen etwa die Hälfte der Gesamt-
	1 Längsebene „ 15,0 „ „	3332	77	173	250	47	29	7830	2.82	9,80	31,9	—	—	kosten.
20 m	2 Schleusen von 10,0 m Hub	2332	23	99	122	60	38	10260	3,69	2,27*)	11,9	3,4	15,3	*) 2,27 + 1,70 Wasserpumpen = 3,97 ℳ
	3 „ „ 6,7 „ „	2173	22	94	116	66	41	11070	3,99	1,96	10,4	2,7	13,1	1,96 + 1,35 „ = 3,31 „
	4 „ „ 5,0 „ „	2124	21	91	112	69	43	11610	4,18	1,83	9,7	2,8	12,5	1,83 + 1,40 „ = 3,23 „
	1 Schwimmerhebewerk von 20,0 m Hub	2841	57	139	196	53	33	8910	3,21	6,40	22,0	—	—	
	1 Querebene „ 20,0 „ „	4205	94	210	304	63	39	10530	3,79	8,90	28,9	—	—	
	1 Längsebene „ 20,0 „ „	3437	81	179	260	45	28	7560	2,72	10,70	34,4	—	—	
25 m	2 Schleusen von 12,5 m Hub	3119	31	132	163	56	35	9450	3,40	3,30*)	17,2	4,0	21.2	*) 3,30 + 2,00 Wasserpumpen = 5,30 ℳ
	3 „ „ 8,3 „ „	2901	29	126	155	63	39	10530	3,79	2,76	14,7	3,6	18.3	2,76 + 1,80 „ = 4,56 „
	4 „ „ 6,2 „ „	2714	27	117	144	67	42	11340	4,08	2,39	12,7	3,2	15,9	2,39 + 1,60 „ = 3,99 „
	5 „ „ 5,0 „ „	2655	27	113	140	69	43	11610	4,18	2,29	12,1	3,5	15,6	2,29 + 1,75 „ = 4,04 „
	2 Schwimmerhebewerke von 12,5 m Hub	4932	92	242	334	55	35	9450	3,40	9,70	35,3	—	—	
	1 Querebene „ 25,0 „ „	4360	98	218	316	59	37	9990	3,60	9.80	31,6	—	—	
	1 Längsebene „ 25,0 „ „	3542	85	184	269	43	27	7290	2,62	11,70	36,9	—	—	
30 m	2 Schleusen von 15,0 m Hub	3912	39	165	204	53	33	8910	3,21	4,38*)	22,8	5,0	27,8	*) 4,38 + 2,50 Wasserpumpen = 6,88 ℳ
	3 „ „ 10,0 „ „	3498	35	148	183	60	38	10260	3,69	3,42	17,8	5,1	22,9	3,42 + 2,55 „ = 5,97 „
	4 „ „ 7,5 „ „	3365	34	142	176	64	40	10800	3,89	3,15	16,2	4,2	20,4	3,15 + 2,10 „ = 5,25 „
	5 „ „ 6,0 „ „	3300	33	142	175	67	42	11340	4,08	2,91	15,4	3,5	18,9	2,91 + 1,75 „ = 4,66 „
	6 „ „ 5.0 „ „	3186	32	136	168	69	43	11610	4,18	2,76	14,4	4,2	18,6	2,76 + 2,10 „ = 4,86 „
	2 Schwimmerhebewerke von 15,0 m Hub	5182	100	254	354	54	34	9180	3,30	10,90	39,6	—	—	
	1 Querebene „ 30,0 „ „	4515	102	226	328	56	35	9450	3,40	10,80	34,7	—	—	
	1 Längsebene „ 30,0 „ „	3647	89	190	279	42	26	7020	2,53	12,70	39,9	—	—	
36 m	3 Schleusen von 12,0 m Hub	4401	44	187	231	57	36	9720	3,50	4,53*)	23,8	6,0	29,8	*) 4,53 + 3,00 Wasserpumpen = 7,53 ℳ
	4 „ „ 9,0 „ „	4200	42	178	220	62	39	10530	3,79	3,99	20,9	5,6	26,5	3,99 + 2,80 „ = 6,79 „
	6 „ „ 6,0 „ „	3960	40	170	210	67	42	11340	4,08	3,53	18,5	4,2	22,7	3,53 + 2,10 „ = 5,63 „
	7 „ „ 5,0 „ „ (35 m).	3898	39	167	206	69	43	11610	4,18	3,36	17,8	4,9	22,7	3,36 + 2,45 „ = 5,81 „
	2 Schwimmerhebewerke von 18,0 m Hub	5442	108	268	376	54	34	9180	3,30	11,80	41,1	—	—	
	1 Querebene „ 36,0 „ „	4701	106	235	341	53	33	8910	3,21	11,90	38,3	—	—	
	1 Längsebene „ 36,0 „ „	3773	93	196	289	40	25	6750	2,43	13,80	42,8	—	—	
40 m	3 Schleusen von 13,3 m Hub	5089	51	215	266	55	34	9180	3,30	5,56*)	29,0	6,3	35.3	*) 5,56 + 3,15 Wasserpumpen = 8,71 ℳ
	4 „ „ 10,0 „ „	4664	47	197	244	60	38	10260	3,69	4,58	23,8	6,8	30,6	4,58 + 3,40 „ = 7,98 „
	5 „ „ 8,0 „ „	4660	47	193	240	63	39	10530	3,79	4,47	22,8	5,5	28,3	4,47 + 2,75 „ = 7,22 „
	6 „ „ 6,7 „ „	4346	43	188	231	66	41	11070	3,99	3,89	20,9	5,4	26,3	3,89 + 2,70 „ = 6,59 „
	8 „ „ 5,0 „ „	4248	42	182	224	69	43	11610	4,18	3,62	19,3	5,6	24,9	3,62 + 2,80 „ = 6,42 „
	2 Schwimmerhebewerke von 20,0 m Hub	5682	114	278	392	53	33	8910	3,21	12,90	44,0	—	—	
	1 Querebene „ 40,0 „ „	4809	109	240	349	51	32	8640	3,11	12,60	40,4	—	—	
	1 Längsebene „ 40,0 „ „	3857	96	201	297	39	24	6480	2,33	14,80	45,8	—	—	
100 m	7 Schleusen von 14,3 m Hub	12928	129	546	675	53	33	8910	3,21	14,48*)	75,7	16,8	92.5	*) 14,48 + 8,40 Wasserpumpen = 22,88 ℳ
	8 „ „ 12,5 „ „	12476	125	524	649	56	35	9450	3,40	13,23	67,9	16,0	83,9	13,23 + 8,00 „ = 21,23 „
	10 „ „ 10,0 „ „	11660	117	493	610	60	38	10260	3,69	11,40	59,5	17,0	76,5	11,40 + 8,50 „ = 19,90 „
	13 „ „ 7,7 „ „	11414	114	479	593	64	40	10800	3,89	10,56	54,9	14,3	69,2	10,56 + 7,15 „ = 17,65 „
	20 „ „ 5,0 „ „	10620	106	454	560	69	43	11610	4,18	9,13	48,2	14,0	62,2	9,13 + 7,00 „ = 16,13 „
	5 Schwimmerhebewerke von 20,0 m Hub	14205	285	695	980	53	33	8910	3,21	32,00	110,0	—	—	
	4 Querebenen „ 25,0 „ „	17440	392	872	1264	59	37	9990	3,60	39,20	126,5	—	—	
	4 Längsebenen „ 25,0 „ „	14168	340	736	1076	43	27	7290	2,62	46,60	147,6	—	—	
	1 Querebene „ 100,0 „ „	6685	139	334	473	32	20	5400	1,94	25,80	87,6	—	—	
	1 Längsebene „ 100,0 „ „	5117	129	266	395	28	18	4860	1,75	26,50	81,3	—	—	

Hierdurch wird die beim Schleusen aus dem Kanal unmittelbar zu entnehmende oder dahin abzugebende Wassermenge auf die Hälfte verringert und infolgedessen eine Mäßigung der Wasserbewegung in den Kanalhaltungen erreicht. Die bei mechanischen Hebewerken nur einige hundert Kubikmeter betragenden Verluste für Wasserausgleichung zwischen Trog und Kanalhaltung, sowie kleine Verluste durch Torundichtigkeit usw. sind wegen ihres unbedeutenden Geldwertes unberücksichtigt geblieben. Sie gleichen sich aus gegen ebenfalls vernachlässigte geringe Kosten für Wasser der Betriebsturbinen an Schleusen und für Torundichtigkeit daselbst.

Diese Wasserpumpkosten mögen in Verbindung mit Einrichtung von Sparbecken noch eingehender erläutert werden.

Menge und Kosten des Schleusungswassers.

Die Menge des Schleusungswassers ist abhängig von der Sparbeckenanordnung und dem Schiffahrtsbetrieb, nämlich ob regelmäßiger Kreuzungsverkehr der Schiffe stattfindet oder die Schiffe nacheinander in derselben Richtung durchgeschleust werden. Annähernd ist der Wasserverbrauch bei n Sparbecken der $\frac{2}{n+2}$te Teil einer Schleusenfüllung, z. B. bei einer 12 m hohen Schleuse (Abb. 3 Bl. 50) mit drei Sparbecken $I, II, III = \frac{2}{5} \cdot 630 \cdot 12 = 3020$ cbm. Ausgleichbecken IV und V bringen keine Wasserersparnis, sie werden während der Ein- oder Ausfahrt des Schiffes allmählich gefüllt oder entleert und bewirken, daß beim Aufwärtsschleusen die Füllung des Kammerteils b aus IV ohne Beeinflussung des Oberwassers geschehen kann und nur 1510 cbm für Teil a unmittelbar aus dem Oberwasser entnommen zu werden brauchen. Beim Abwärtsschleusen wird das Wasser aus Teil d nach V abgegeben, und nur 1510 cbm aus Teil e fließen in das Unterwasser ab. Die Vorteile bestehen darin, daß auch bei großen Füllungshöhen der Sparbecken keine größere Beunruhigung des Wassers der Kanalhaltungen entsteht als bei Schleusen mit sehr niedrigem Gefälle und daß durch Becken IV und V die Wasserförderhöhe beim etwaigen Wiederaufpumpen von 3020 cbm verringert wird, indem nach beendigter Senkung des Schiffes die Hälfte des verlorenen Wassers aus dem vollen Becken V nach dem leeren Becken IV mit einer Druckhöhe von 7,20 bis 12 m und nur die andere Hälfte mit der vollen Druckhöhe zu heben ist.[13])

Für 12 m hohe Schleusen betragen demnach die Wasserpumpkosten für eine Schleusenfüllung:

$$\frac{3020}{100} \cdot \left(\frac{\frac{4}{5} \cdot 12{,}0 + \frac{5}{5} \cdot 12{,}0}{2} \right) \cdot 0{,}025 = 8{,}20 \text{ ℳ},$$

wobei 0,025 Pf. der nachstehend berechnete Betrag für Hebung von 1 cbm/Sek. um 1 m ist. Bei Kreuzungsverkehr ist dies der Betrag für einen Doppelhub oder für zwei Schiffe. Da nun, wie bereits erwähnt, in der Hälfte der Betriebszeit, im Frühjahr und Herbst genügend Wasser vorhanden ist und der Pumpbetrieb eingestellt werden kann, ergibt sich als Durchschnittsbetrag für alle jährlich zu schleusenden Schiffe $\frac{8{,}2}{4} = 2$ ℳ. In ähnlicher Weise ist die Berechnung für die übrigen in Tabelle 7 zusammengestellten Schleusen von 4 bis 15 m Höhe erfolgt. Ausgleichbecken sind nur für große Hubhöhen von 8 bis 15 m vorgesehen.

Sämtliche Seitenbecken sind als offene Becken angenommen und zu beiden Seiten der Schleuse mit der Größe der halben Schleusenfläche möglichst günstig für die Wasserbewegung angeordnet gedacht. Die Einrichtung der Becken ist von Bedeutung für Geschwindigkeit der Schiffshebung und Senkung oder die Schleusenleistung, die durch reichliche Bemessung der Schichthöhen a, b usw. (Füllungshöhen der Becken) vermehrt werden kann. Große Füllungshöhen bis etwa 2,50 m bieten Vorteile durch Verminderung der Ventilzahl und der Zeiten mit geringer Wirkung bei Ausspiegelung der Wasserstände, sowie besonders durch Vergrößerung der Druckhöhen beim Ausgleich zwischen Schleusenabteil und Becken oder umgekehrt. Nach einem Aufsatz von

13) Diese Anordnung wurde in dem von Ingenieur Spitzer usw. aufgestellten Entwurf „Renaissance" des Internationalen Wettbewerbs für ein Kanalschiffshebewerk, Wien 1904 vorgeschlagen. Vgl. Zentralblatt der Bauverwaltung 1905 Seite 136 über die öffentliche Ausstellung der Entwürfe.

Tabelle 7. Pumpkosten für Schleusungswasser.

Hubhöhe der Schleusen	Seitenbecken[1])			Bei Schiffskreuzung an der Schleuse				Bemerkungen
				für einen Doppelhub		Pumpkosten für ein Schiff bei		
	Sparbecken	Ausgleichbecken	Füllungshöhen	Wasserverbrauch	Pumpkosten	vollem Pumpbetrieb	Ausfall im Frühjahr u. Herbst	
m	Anzahl	Anzahl	m	cbm	ℳ	ℳ	ℳ	
4	1	—	1,33	1700	1,70	0,85	0,40	Wenn jedes zweite Schiff an der Schleuse mit einem anderen kreuzt, oder die Hälfte aller Schiffe eine ganze Schleusenfüllung erfordern, steigen die Kosten der letzten Spalte um die Hälfte, also bei 12 m hohen Schleusen um 1 ℳ
5	1	—	1,70	2080	2,60	1,30	0,70	
6	2	—	1,50	1890	2,84	1,42	0,70	
7	2	—	1,75	2210	3,86	1,93	1,00	
8	2	2	2,00	2520	4,41	2,20	1,10	
9	2	2	2,25	2840	5,59	2,80	1,40	
10	2	2	2,50	3150	6,90	3,45	1,70	
11	3	2	2,20	2770	6,86	3,43	1,70	
12	3	2	2,40	3020	8,15	4,08	2,00	
13	4	2	2,17	2730	8,14	4,07	2,00	
14	4	2	2,33	2940	9,43	4,72	2,40	
15	4	2	2,50	3150	10,14	5,07	2,50	

1) Die Seitenbecken sind an beiden Seiten der Schleuse in halber Größe anzuordnen.

Lieckfeldt[14]) über Zeit und Verlauf der Kammerfüllung durch zwei Seitenbecken von 1,50 m Füllungshöhe an einer 6,20 m hohen Schleuse ist die mittlere Hebungsgeschwindigkeit während der Wirkungszeit der Sparbecken (52 vH. der Füllungszeit) = 2,30 cm/Sek. (höchste 3,7 cm), dagegen beim unmittelbaren Einfließen aus dem Oberwasser (48 vH. der Füllungszeit) wegen der hier erforderlichen vollkommenen Ausspiegelung nur 2,13 cm/Sek. (höchste 4,7 cm). Bei der als Beispiel genommenen 12 m hohen Schleuse wird sich die Hebungsgeschwindigkeit durch größere mittlere Druckhöhen von 2,40 m gegen 1,50 m beim Dortmund-Ems-Kanal von 2,3 auf 2,9 cm erhöhen, ohne die Zylinderventile von 1,80 m Durchmesser vergrößern zu müssen. Es kann aber eine weit bedeutendere Steigerung etwa bis 4,5 cm/Sek. erreicht werden, wenn die oberen Becken *II*, *I* und *IV* mit zwei Ventilen versehen, und die in den Längsmauern der Schleusen liegenden Umlaufkanäle entsprechend vergrößert oder in doppelter Anlage nebeneinander mit besonderen Stichkanälen nach der Kammer hergestellt werden. Gefährdung des in der Schleusung begriffenen Schiffes tritt dabei nicht ein, da die Höchstgeschwindigkeit schon bei den Dortmund-Ems-Kanal-Schleusen 4,7 cm beträgt und die Doppelventile erst in Tätigkeit kommen, nachdem durch Ausfließen des Beckens *III* sich eine tiefere Wasserschicht unter dem Schiff gebildet hat.

Diese Erörterung möge zugleich als Beleg dafür dienen, daß die nach Seite 504 gemachte Annahme von nur 2,5 m/Sek. Hebungsgeschwindigkeit sehr gering und ungünstig für die Berechnung gewählt ist. Welche Bedeutung einer Verbesserung in dieser Beziehung beigemessen werden muß, ergibt sich daraus, daß durch Erhöhung auf 4,5 cm für eine 12 m hohe Schleuse die Hubdauer um etwa 3,5 Min. oder rund 14 vH. abgekürzt wird, was einer täglichen Mehrleistung von 5 Schiffen und jährlich von 1350 Schiffen entspricht. Auch ist für Schleusentreppen die Verringerung des Schleusenabstandes um $3,5 \cdot 60 \cdot 1,1$ = rund 200 m sowohl hinsichtlich der Anpassung an das Gelände, wie wegen Ersparnis an Erdarbeiten von Vorteil.

Erwähnt werde noch, daß die mittlere Hebungsgeschwindigkeit an den neuen 5,20 m hohen Schleusen des Canal du centre[15]) 2,7 cm/Sek., an der 9,90 m hohen Schleuse von la Vilette[16]) 3 cm/Sek., im Entwurf der 20 m hohen Flamantschen Schleuse[17]) 5,2 cm/Sek. beträgt und nach Vorschlag von Werneburg[18]) auf 6,6 cm/Sek. gebracht werden kann.

Der Einheitssatz von 0,025 Pf. für sekundliche Hebung von 1 cbm Wasser um 1 m Höhe ist aus Vergleichen mit ausgeführten ähnlichen Pumpanlagen und aus Berechnungen bestimmt. Das Pumpwerk des Dortmund-Ems-Kanals an der Lippe mit 16,50 m Hubhöhe (das nicht nur das Wasser für Schleuse Münster, sondern auch den für Verdunstung und Versickerung erforderlichen Bedarf von 87 km Kanalstrecke liefert) hat im trockenen Jahre 1904 in $7\frac{1}{2}$ monatiger Betriebszeit rund 25 Mill. cbm geliefert, obwohl es nach seiner Leistungsfähigkeit bei vollem Betriebe 101 Mill. cbm liefern kann. Demgemäß sind die tatsächlichen Kosten des Jahres 1904 einschließlich Verzinsung, Abschreibung usw. für 1 cbm = 0,006 *M* oder für 1 m Hub = 0,036 Pf. besonders hoch und für vorliegenden Fall nicht ganz zutreffend. Bei vollem Jahresbetrieb ergeben sich 0,019 Pf. und bei halbem Jahresbetrieb mit voller Leistung 0,024 Pf.

Eine besondere Berechnung für 7 m Hubhöhe ergibt 0,021 Pf. Nach Tolkmitt[19]) betragen die Kosten für 1 mt gehobenes Wasser bei Jahresbetrieb $= 0{,}014 + \frac{32{,}2}{7200} =$ 0,019 Pf., bei halbjährigem Betrieb = 0,023 Pf. Hiernach kann als Wasserpumpkosten für 1 cbm/Sek./m 0,020 Pf. bei Jahresbetrieb und 0,025 Pf.[20]) bei halbjährigem Betrieb gerechnet werden. Die Bedienungsmannschaft der Schleusenpumpwerke wird während der Zeit der Pumpunterbrechung in Werkstätten für den mechanischen Schiffszug Beschäftigung finden.

Allgemein betrachtet braucht den Kosten für Wiederaufpumpen des Schleusungswassers, falls dies überhaupt nötig ist, kein großes Gewicht beigelegt zu werden. Der Schleusungsverbrauch ist auch nur ein Teil der für den Kanal ohnehin erforderlichen Wassermenge, die z. B. für einen über eine Wasserscheide hinwegführenden 200 km langen Kanal bei 14 Liter für 1 km und Sek. jährlich 151 Mill. cbm beträgt, gegen 30 Mill. cbm für jährliche Schleusung von 10000 Schiffen. Hierbei ist die ungünstigste Annahme gemacht, daß das allein für Versickerung usw. nötige Wasser nicht der Scheitelhaltung, sondern jeder Kanalhaltung für ihren Bedarf besonders zufließt. Wird aber dieses Wasser der Scheitelhaltung zugeführt, so ist für einen großen Teil der Schleusen die Beschaffung von Wasser überhaupt entbehrlich, weil das im Kanal weiter zu führende Speisewasser zugleich für Schleusungen verwendet werden kann. Die durchschnittlichen Pumpkosten für alle Schleusen oder Schiffe werden daher erheblich geringer als vorstehend angenommen wurde.

Auch kommt je nach der Örtlichkeit die Wasseraufspeicherung in Weihern, Talsperren an Stelle der Schleusenpumpwerke in Betracht. Das hieraus dem Kanal von außen zufließende Wasser kommt sämtlichen unterhalb liegenden Schleusen zugute, während die innerhalb der Kanalanlage durch Pumpen zu gewinnende Wassermenge an jeder einzelnen Schleuse von neuem gehoben werden muß.

Die verbreitete Anschauung, es trete in dem Fall, daß die Abwärtsschleusung beladener Schiffe die Zahl der leeren überwiegt, eine Wasserspeisung der oberen Kanalhaltung, also eine Wasserspiegelerhöhung ein, ist unzutreffend. Es würde dies dem Grundsatz der Erhaltung der Kraft widersprechen, da die in der Wasserstandshöhe der Kanalhaltung ausgedrückte „potentielle Energie der Lage“ nur durch Aufwendung von „Bewegungsenergie“, also etwa durch Zufluß oder Abfluß oder durch Einsenkung oder Heraushebung von Schwimmkörpern, geändert werden kann. Durch Schleusungen tritt aber keine Energieaufwendung in Beziehung auf die Lage des Wasserspiegels ein, folglich kann auch keine Speisung eintreten. Die beim Einfahren eines beladenen Schiffes in die Schleuse aufgewendete Zugkraft bewirkt zwar Hinausdrücken des Wassers nach dem Kanal, hierdurch wird indes

14) Vgl. Zentralblatt der Bauverwaltung 1895 Seite 305.

15) Vgl. Barbet über 1. Frage, Abt. I, des Internationalen Schiffahrtskongresses in Düsseldorf 1902.

16) Vgl. Gerhardt in der Zeitschrift für Bauwesen 1894 Seite 573.

17) Vgl. Schromm in der Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins 1891 Seite 1.

18) Vgl. Zentralblatt der Bauverwaltung 1898 Seite 495.

19) Vgl. „Grundlagen der Wasserbaukunst“ Seite 255.

20) Vgl. auch: H. Dénys zu Frage 2 auf dem Internationalen Binnenschiffahrtskongreß in Paris 1892.

die Wasserhöhe nicht geändert, weil dies Wasser an die Stelle des die Haltung verlassenden Schiffes getreten ist, das an der vorhergehenden Schleuse beim Eintritt in die Kanalhaltung dieselbe Wassermenge aus der Haltung verdrängt und an die Schleuse abgegeben hatte. Es kann nun trotzdem Wasser der unteren Haltung tatsächlich während der Schleusung in die obere Haltung gelangen, z. B. bei Schleusen, deren Gefälle kleiner ist als die Tauchtiefe der Schiffe,[21]) es erfolgt aber immer nur ein Ausgleich zwischen Schiffskörper und einer gleich großen Wassermenge, niemals eine Speisung im Sinne der Erhöhung des Wasserspiegels. Hiermit steht die Beobachtung nicht im Widerspruch, daß unter besonderen Verhältnissen bei überwiegendem Abwärtsschleusen beladener Schiffe wirklich Steigen des Oberwassers festgestellt wurde; dann ist aber die Ursache nicht in der Schleusung, sondern in der Wirkung der Schiffsbeladung innerhalb der oberen Haltung zu finden. Jede Beladung eines 600 t-Schiffes bringt durch Energie der Schwere Erhöhung des Wasserspiegels entsprechend 600 cbm Wasser hervor, und dieser Zustand bleibt bei der Schleusung erhalten; bei Ausladung von Gütern tritt das umgekehrte ein. Für wasserarme Scheitelstrecken ist daher zur Unterstützung der Kanalspeisung Verladung größerer Gütermengen etwa aus Steinbrüchen zu empfehlen. (Schluß folgt.)

21) Vgl. Gröhe: Zentralblatt der Bauverwaltung 1904 S. 170.

Über Schutzbauten zur Erhaltung der ost- und nordfriesischen Inseln.

Vom Geheimen Oberbaurat Fülscher in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 51 und 52 im Atlas.)

(Fortsetzung.)

2. Die nordfriesischen Inseln.

Über die Veränderungen, die seit der Mitte des 17. Jahrhunderts an den nordfriesischen Inseln eingetreten sind, hat der Generalmajor Dr. Geerz in den letzten Jahren seines Lebens eingehende Untersuchungen angestellt. Eine sog. historische Karte, welche den Zustand der Inseln für die Zeit von 1643—1648 darstellt und in welche auch die Küstenlinien von 1878 eingetragen sind, ist von ihm im Jahre 1888 herausgegeben. Abb. 9 Bl. 33 u. 34 ist ein verkleinerter Abdruck dieser Karte. Eine Denkschrift, die ihr beigegeben werden sollte, ist leider nicht zum Abschluß gelangt; der in seinen Hauptteilen bearbeitete, aber unvollständig gebliebene Entwurf dazu ist mit den zugehörigen Kollektaneen der Kieler Universitäts-Bibliothek überwiesen worden.

Die größten Umgestaltungen sind nach der Geerzschen Karte an der Insel Nordstrand vorgekommen. Zu Anfang des 17. Jahrhunderts bis zu der Sturmflut vom 11. Okt. 1634, die zahlreiche Deichbrüche und eine vollständige Überschwemmung der Insel herbeiführte und in der von den 7600 Bewohnern der Insel nur ungefähr 1500 ihr Leben retteten, hatte Nordstrand, wie wir früher gesehen haben, noch eine Flächengröße von fast vier Quadratmeilen; ihre derzeitigen Umrisse, sowie die Deiche, Wasserläufe, Dorflagen, Kirchen und Mühlen sind in der Karte angegeben. Die Karte zeigt ferner als Küste von 1643 die Umrisse von vier kleinen, innerhalb der alten Inselgrenzen liegenden Landflächen, die weit voneinander getrennt sind und jede eine kleine Insel für sich bilden. Hiernach müßte angenommen werden, daß die vier Quadratmeilen Landes in der kurzen Zeit von 1634 bis 1643, also in neun Jahren bis auf die erwähnten kleinen Überreste von den Fluten bereits vollständig zerstört worden wären, aber das ist nachweislich nicht zutreffend. Die in der Geerzschen Karte angegebenen Grenzen von 1643, die mit einer Karte von 1649 in der Danckwerthschen Chronik ungefähr übereinstimmen, bezeichnen offenbar nur diejenigen Teile des alten Nordstrand, die zu der Zeit entweder schon wieder eingedeicht waren, wie der Amsingkoog und ein Teil von Pellworm, oder die, wie Nordstrandischmoor und ein Teil der jetzigen Insel Nordstrand, nach ihrer natürlichen Höhenlage oder unter dem Schutz von Notdeichen, die in den Jahren 1636/37 hergestellt waren, bewirtschaftet werden konnten. Denn nach Heimreich ist noch in den Jahren 1640 und 1642, nachdem ein großer Teil von Pellworm schon durch neue Deiche gesichert war, durch Sachverständige festgestellt worden, daß etwa 15000 Demath von dem derzeit noch ungeschützten Lande ohne allzugroße Kosten wieder bedeicht werden könnten, auch sind noch bis über 1646 hinaus große Landflächen von Gaikebüll, Stintebüll, Lith und Horn — also außerhalb der in der Geerzschen Karte angegebenen Grenzen von 1643 — zur Viehgrasung benutzt worden. Die letzteren Flächen müssen also damals begrünt und ebenso wie die Flächen, für die eine Wiederbedeichung in Aussicht genommen werden konnte, bei gewöhnlicher Flut wenigstens zum größten Teil wasserfrei gewesen sein. Einen ferneren Beweis dafür, daß die Zerstörung der Insel sich nicht in so wenigen Jahren vollzogen hat, wie nach den Karten von Danckwerth und Geerz angenommen werden muß, liefert eine Karte (s. die Abb. 2 Bl. 31 u. 32), die gleich nach der Wiederbedeichung der beiden ersten Köge auf Nordstrand, des Friedrichskoogs und des Maria Elisabetskoogs, von dem am meisten dabei beteiligten holländischen Unternehmer Quirinus in der Velden im Jahre 1659 angefertigt ist.[24]) Hiernach schließt sich an die beiden fertigen Köge nördlich die „Geconcipieerde Dicagie van Gaykebül“, südlich die „Geconcipieerde Dicagie van Trennemars“; die eine war nach der Beschreibung der Karte in 900, die andere in 1600 Demath Größe geplant. Also müssen auch diese Flächen derzeit noch so beschaffen gewesen sein, daß ihre Wiederbedeichung ins Auge gefaßt werden konnte. Zwischen Pellworm einer-, Nordstrand und Nordstrandischmoor anderseits war bereits ein großer Wattstrom vorhanden; auch Nordstrand und Nordstrandischmoor

24) Nach Eckermann, Die Bedeichung von Nordstrand und Pellworm.

waren durch einen Strom voneinander getrennt. Um das eigentliche hohe Moor befand sich ein Gürtel von grünem Vorland, das Moor selbst war mit Wohnungen dicht besetzt. Die Nord- und Ostseite der alten Insel war noch durch eine Reihe von Halligen bezeichnet, darunter auch „Hamborger Landt“ mit einer Wohnung, ferner Roerbeck Hallig und Poenen Hallig, letztere ebenfalls mit einem Hause. Zwischen dieser Kette von Halligen und den beiden Inseln Pellworm und Nordstrand war das ehemalige Land bereits zu einem Watt geworden, worin außer dem Moor mit einem Stück Deich nur noch drei kleine Halligen sich befanden. Eckermann nimmt hiernach, wohl mit Recht, an, daß der Rand der alten Insel aus höherem Lande bestanden habe als ihr Inneres und daß aus diesem Grunde letzteres rascher dem Meere verfallen sei. Ganz außer Zweifel aber wird durch diese Karte gestellt, daß noch um 1659 von dem alten Nordstrand weit mehr und weit größere Überreste vorhanden waren, als in den Karten von Geerz und Danckwerth für die Jahre 1643 und 1649 angegeben ist.

Wann und in welcher Reihenfolge die Köge, aus denen die jetzigen Inseln Pellworm und Nordstrand bestehen, eingedeicht worden sind, ergibt sich aus der dem mehr erwähnten Eckermannschen Bericht entnommenen Karte, Abb. 4 Bl. 31 u. 32. Die Größe der eingedeichten Landflächen beträgt auf Pellworm 5950, auf Nordstrand rund 7400 Demath, an uneingedeichten Vorländereien sind auf den beiden Inseln noch vorhanden rund 1700 Demath. Die von der alten Insel außerdem noch übrig gebliebene Hallig Nordstrandischmoor mißt gegenwärtig ungefähr 200 ha oder rund 400 Demath. Beide Inseln und die Hallig haben demnach zusammen einen Flächeninhalt von 15450 Demath, reichlich $^1/_3$ der nach der Vermessung im Jahre 1634, kurz vor dem Eintritt der großen Sturmflut, zu 43134 Demath berechneten Größe der alten Insel.

Die Inseln Pellworm und Nordstrand kommen aber, wie schon zu Anfang dieser Betrachtungen bemerkt worden ist, für die zur Erörterung gestellten Fragen wenig in Betracht, weil der Bau und die Unterhaltung sowohl der Deiche als der Uferschutzwerke herkömmlich den Interessenten obliegt und der Staat nur in einzelnen Fällen, wenn die Verbände nicht genügend leistungsfähig waren, mit Beihilfen eingetreten ist. Auch sind beide Inseln so wertvoll, daß die Frage, unter welchen Umständen der Bau von Schutzwerken als notwendig anzuerkennen ist, hier gar nicht aufgeworfen werden kann. In hohem Grade bedauerlich ist es nur, daß die Inselbewohner bei der schweren Arbeit zur Verteidigung ihres Landes nicht auch schon in früheren Jahrhunderten rechtzeitig und ausgiebig unterstützt worden sind. Wenn das nach der großen Sturmflut von 1634 geschehen wäre, als es den wenigen, die ihr Leben gerettet hatten, mit eigener Kraft unmöglich war, die zerstörten Deiche überall wieder herzustellen, so hätte die große wertvolle Landfläche, die durch Strömung und Wellenschlag nach und nach weggespült wurde — rund 14000 ha, deren Wert nach den heutigen Landpreisen auf mindestens etwa 30 Millionen Mark zu veranschlagen ist —, ohne Zweifel zum größten Teil erhalten bleiben können.

Von den übrigen nordfriesischen Inseln zeigt nach der historischen Karte von Geerz die Insel Sylt den größten Abbruch. Bei einer näheren Prüfung dieser Karte finden sich aber mancherlei Anzeichen, die darauf schließen lassen, daß die ältere Darstellung der Insel für die Zeit von 1643 bis 1648 nicht richtig sein kann. Die in die Karte eingetragene Küste von 1878 tritt nicht nur an der Westseite, sondern auch an einem großen Teil der Ostseite gegen die Uferlinien von 1648 weit zurück, auf langen Strecken an der Ostseite sogar beträchtlich mehr als an der Westseite. In den 230 Jahren zwischen den beiden Aufnahmen müßte danach der Abbruch an der gegen westliche Stürme geschützten Ostseite größer gewesen sein, als an der gegen den Angriff der Meereswellen bei allen Hochfluten völlig ungeschützten Westseite. Daß dies in Wirklichkeit der Fall gewesen sein könnte, ist schon nach der allgemeinen Lage der Verhältnisse höchst unwahrscheinlich, für die Ostseite läßt sich aber auch mit völliger Sicherheit nachweisen, daß in dem gedachten Zeitraum solche Abbrüche, wie die Karte angibt, nicht stattgefunden haben können.

In der Abb. 10 Bl. 33 u. 34, die einen Teil der Ostküste von Sylt, die Landzunge von Morsum darstellt, bedeuten die innerhalb der Küstenlinien von 1878 schraffierten Flächen Marschland; der zwischen Keitum und Morsum liegende Teil *a* dieser Fläche ist neuer Anwachs, der sich erst seit Anfang des vorigen Jahrhunderts gebildet hat.[25]) Das innerhalb der Uferlinie von 1648 zwischen dem Morsumkliff, der Nössemarsch und der Südermarsch liegende Gelände ist ein diluvialer Hügel. Dieser Hügel ist, wie die Umrisse von 1878 zeigen, jetzt sehr viel kleiner, seine Umgrenzung tritt nicht nur an dem durch das steil abfallende Morsumkliff gebildeten nördlichen Ufer, sondern auch an den von einem Streifen Marschland eingeschlossenen östlichen und südlichen Abhängen gegen die auf der älteren Karte angegebenen Grenzen weit zurück. Wenn die Karte von 1648 den damaligen Zustand richtig darstellte, so müßte die östliche Spitze der Landzunge — Nösse — und das anschließende südliche Ufer zunächst bis an den jetzigen Fuß des Hügels zurückgegangen sein, dann müßte der Abbruch aufgehört und an dem bis dahin abbrüchigen Ufer neues Marschland sich gebildet haben. Denn nur so würde es zu erklären sein, daß der Fuß des Hügels an der Ost- und Südseite jetzt ebenso wie nach der Karte von 1648 mit einem Streifen Marschland eingesäumt ist. Dieses jetzige Marschland ist aber nicht etwa, wie in der Bucht zwischen Keitum und Morsum, junger erst zu Anfang des vorigen Jahrhunderts entstandener Anwachs. Wenn das der Fall wäre, so würde es von dem Chronisten Hansen, der zu Anfang des Jahrhunderts auf Sylt geboren und als langjähriger Lehrer in Keitum über die jüngsten Vorgänge, besonders auf dem östlichen Teil der Insel genau unterrichtet war, sicher nicht unerwähnt geblieben sein. Außerdem läßt die Höhe des Landes von mindestens 60 bis 70 cm über Mittelhochwasser mit Sicherheit darauf schließen, daß es alter Marschboden ist, dessen Aufwachsen bis zu der jetzigen Höhe eine sehr lange Zeit erfordert hat. Der Anwachs, aus dem sich dieser Streifen Marschland gebildet hat, stammt demnach nicht erst aus dem letzten Jahrhundert, sondern muß viel früher begonnen haben. Aber selbst wenn wir annehmen, daß die Marschbildung an dieser Stelle nur

25) Nach C. P. Hansen, Chronik der friesischen Uthlande, S. 262.

etwa 50 Jahre früher als in der Bucht zwischen Keitum und Morsum, also um die Mitte des 18. Jahrhunderts begonnen hätte, so müßte der Abbruch des alten Marschlandes und des Hügellandes von der in der Karte von 1648 angegebenen Uferlinie bis an den jetzigen Fuß des Hügels sich zwischen 1648 und 1750, also in rund 100 Jahren vollzogen haben. Nach der Karte beträgt dieser Abbruch an der Ostspitze bei Nösse ungefähr 3700 m, an der Südost- und Südseite rund 2000 m; auf die 100 Jahre gleichmäßig verteilt, entspricht das einem jährlichen Landverlust von 37 m und 20 m. Ein derartig starker Abbruch findet aber erfahrungsmäßig nicht einmal an solchen Küstenstrecken der nordfriesischen Inseln und Halligen statt, die bei allen Hochfluten dem stärksten Wellenschlage ausgesetzt sind. An der gegen die tiefen Stromrinnen der Norderau (Schmaltiefe) und der Süderau weit vorgestreckten Hallig Nordmarsch ist durch Messung festgestellt worden, daß der durchschnittliche jährliche Abbruch in der Zeit von 1877 bis 1897 an der äußersten Westspitze der Hallig 8 m, an der Süd- und Nordseite 2 bis 3 m betragen hat. Bei der im Vergleich mit Nordmarsch sehr geschützten Lage der Morsumer Landzunge muß es als ganz ausgeschlossen gelten, daß dort jemals ein gleicher oder ähnlicher Abbruch stattgefunden haben könne, geschweige denn ein Abbruch von solcher Stärke, wie er nach obiger Darlegung eingetreten sein müßte, wenn die Umrisse und die geologischen Verhältnisse dieses Teiles der Insel für die Zeit von 1648 auf der Karte richtig dargestellt wären.

Die ältere Karte stimmt, wie wir früher gesehen haben, mit dem Zustande von 1878 und dem jetzigen insofern ganz überein, als in ihr der diluviale Hügel an der Nordseite steil abfallend und ohne Vorland, an der Ost- und Südseite mit einem Streifen Marschland umgeben, dargestellt ist. Wenn nun, wie wir ferner gesehen haben, an die Möglichkeit, daß in der Zwischenzeit von 230 Jahren erst das alte Marschland bis auf die letzte Spur weggespült, dann auch noch ein großer Teil des Hügels abgebrochen und schließlich der jetzt vorhandene Marschgürtel wieder angewachsen sein könnte, nicht gedacht werden kann, so bleibt nur die Annahme übrig, daß der heutige Marschgürtel derselbe ist, den wir in der Karte von 1648 angedeutet finden, daß demnach der diluviale Hügel an der Ost- und Südseite ganz unverändert geblieben ist. An der Nordseite des Hügels, dem Morsumkliff, mag ebenso, wie an dem östlichen und südlichen Ufer des Marschgürtels ein mäßiger Abbruch stattgefunden haben; daß aber dieser Abbruch nicht bedeutend gewesen sein kann, ist erstlich aus der geschützten Lage dieser Uferstrecken gegen den Wellenangriff bei Hochfluten und ferner daraus zu schließen, daß im letzten Jahrhundert nicht nur an der Nordseite der Landzunge zwischen dem Morsumkliff und Keitum, sondern auch an einem Teile des Ufers südlich von Morsum neues Marschland angewachsen ist.[26])

Ganz ähnlich wie bei Morsum liegen die Verhältnisse an der östlichen Inselküste zwischen Keitum und List. Auch für diese Küstenstrecke läßt sich auf geologischer Grundlage nachweisen, daß der aus der historischen Karte sich ergebende starke Abbruch in einer Bucht, die mehr noch als die Landzunge bei Morsum gegen Wellenangriff geschützt ist, unmöglich stattgefunden haben kann, daß demnach die Ausdehnung der Insel hier ebenso wie bei Morsum unrichtig dargestellt ist.

An der Westküste der Insel, die in ihrer ganzen Länge von Dünen umsäumt und wo weder um die Zeit von 1648 noch später Marschland vorhanden gewesen ist, geben die geologischen Verhältnisse keine Unterlagen, auf Grund deren geprüft werden könnte, ob und inwieweit die aus der historischen Karte sich ergebenden Veränderungen der Küstenlinie als zutreffend anzusehen sind. Nach der Karte ist die Küste am meisten zurückgegangen an dem mittleren Teile der Insel, zwischen Wenningstedt und Rantum, an den beiden Enden bei List und Hörnum dagegen nur wenig. In der Länge der Insel zeigt die Karte sogar eine Zunahme von ungefähr 3 km, 1 km nach Norden und 2 km nach Süden. Der Abbruch mißt an den Stellen, wo er nach der Karte am größten gewesen ist, bei Wenningstedt rund 800 m, bei Westerland 1100 m, bei Rantum 1350 m, oder auf die 230 Jahre von 1648 bis 1878 gleichmäßig verteilt, jährlich ungefähr 3,5 m, 4,8 m und 6 m. Das sind Zahlen, die, wenn man sie mit den Ergebnissen der vorhin erwähnten Messungen an der Hallig Nordmarsch-Langeness vergleicht, zu der Annahme berechtigen, daß sie der Wirklichkeit einigermaßen entsprechen könnten. Aber in den letzten 20 Jahren haben an der Westküste von Sylt Messungen stattgefunden, die für diesen Zeitraum über die Veränderungen in den Uferlinien genauen Aufschluß geben. Hiernach betrug der aus den gemessenen Profilen berechnete mittlere Rückgang der oberen Abbruchskante

1. von der Nordwestecke (Ostindienfahrerhuck) bis zum Anfang des Rothenkliffs auf der nördlichsten ungefähr 2 km langen Strecke, wo der Abbruch in dem letzten Jahrzehnt besonders stark war . . . . 81,80 m
   im übrigen auf 8 km Länge . . . . . 23,00 „
2. von Rothenkliff bis Westerland . . . . 14,70 „
3. von Westerland bis Rantum . . . . . — 2,34 „

An der unter 1 bezeichneten Strecke, wo der Uferabbruch in den letzten 20 Jahren am größten war, ist demnach im jährlichen Durchschnitt auf 2 km Länge ein 4,09 m und auf 8 km Länge ein 1,15 m breiter Streifen verloren gegangen, an der Strecke 2, vom Rothenkliff bis Westerland, nur 0,74 m und an der Strecke 3, von Westerland bis Rantum, hat sich die obere Abbruchskante im Mittel der gemessenen Profile sogar um 0,12 m vorgeschoben. Die Strecke 2 war im Jahre 1883, als die ersten Profile gemessen wurden, schon fast in ihrer vollen Länge mit Strandbuhnen belegt, ebenso die nördliche Hälfte der Strecke 3, an der Strecke 1 und der südlichen Hälfte von 3 wurden solche Buhnen in den Jahren 1886 bis 99 angelegt. Ein wirksamer Schutz gegen den Uferabbruch ist aber, wie später gezeigt werden wird, durch die Buhnen nicht erzielt worden. Die angeführten Messungsergebnisse lassen demnach mit einiger Sicherheit darauf schließen, daß die westliche Uferlinie für den Teil der Insel nördlich von Rantum auf der Geerzschen historischen Karte ebenso wie die Uferlinie an der Ostseite für die Zeit von 1648 unrichtig dargestellt und der Rückgang des Ufers seit dieser Zeit auch hier geringer gewesen ist, als die Karte angibt. An der Strecke von Rantum bis

26) Nach C. P. Hansen, Antiquarische Karte der Insel Sylt, 1866.

zur Südspitze der Insel bei Hörnum und ebenso an der Nordseite der Insel, dem sogenannten Ellenbogen, haben erst in den letzten Jahren Profilmessungen stattgefunden. Danach ist die obere Abbruchskante auf 4 km Länge zunächst südlich von Rantum in den sechs Jahren von 1897 bis 1903 durchschnittlich jährlich um 0,21 m, auf den weiteren 3,5 km in den drei Jahren von 1900 bis 1903 um 1,07 m zurückgegangen. Am Ellenbogen hat sich die Küstenlinie in den letzten drei Jahren im Durchschnitt um 0,17 m vorgeschoben, und hier ist ein Vorrücken des Strandes auch schon in früheren Jahren, nach 1870, an einigen Stellen sogar in sehr beträchtlichem Maße beobachtet worden. Mit diesem Zuwachs an der Nordseite des Ellenbogens stimmt auch die Darstellung in der Geerzschen Karte recht gut überein; denn auch nach dieser Karte hat, wie bereits erwähnt wurde, die Insel seit 1648 in der Richtung nach Norden an Ausdehnung zugenommen. Dagegen ist der aus den Profilmessungen der letzten Jahre ermittelte Abbruch südlich von Rantum sehr viel geringer, als in der Karte für die Zeit von 1648 bis 1878 angegeben ist. Nach der Karte betrug der Abbruch während dieser 230 Jahre auf der ersten 4 km langen Strecke südlich von Rantum zwischen 300 und 800 m, im Mittel etwa 500 m, weiterhin bis zur Südspitze von Hörnum im Mittel ungefähr 300 m; also im Durchschnitt jährlich etwa 2,17 und 1,3 m gegen 0,21 und 1,07 m, die in den letzten Jahren durch Messung festgestellt worden sind.

Die vorerwähnten Messungsergebnisse zeigen erstlich, daß die Westküste am nördlichen Ende der Insel, wo sie nach der historischen Karte in der Zeit von 1648 bis 1878 nicht zurückgegangen ist, in den letzten Jahren den stärksten Abbruch gehabt hat, ferner daß an der Küstenstrecke zwischen Westerland und Rantum, die nach der historischen Karte am meisten zurückgegangen ist, in den letzten Jahren nur ein sehr geringer oder gar kein Abbruch stattgefunden hat. Auch lassen die in den letzten Jahren gemachten Beobachtungen erkennen, daß die Stärke des Wellenangriffs sehr wechselt und die Breite und Höhe des Strandes an jeder Stelle der Küste bald zu- bald abnimmt. So wird in einer Niederschrift über eine Besichtigung der Küste vom 4. Juli 1870 gesagt: Der Strand bei Westerland habe in den letzten Tagen infolge von Nordweststürmen sehr an Breite zugenommen; er habe jetzt stellenweise eine Breite von 300 Fuß, nach 1868 sei er so schmal gewesen, daß die Ord. Flut stellenweise den Fuß der Düne berührt habe. In den Erläuterungen zum Kostenanschlage über die weitere Ausdehnung der Buhnenanlagen vom 26. Mai 1888 wird vorgeschlagen, mit dem Bau der geplanten Werke bei Rantum zu beginnen, weil diese Strecke auf ihrem schmalen und niedrigen Vorstrande und bei dem stellenweise nur 550 m breiten Hinterlande am meisten gefährdet erscheine. Wenige Jahre später dagegen war der Strand gerade an dieser Strecke so breit und so hoch, daß von dem Bau mehrerer der dort geplanten Schutzwerke gänzlich Abstand genommen werden konnte. Gleichzeitig aber war der Angriff am Nordende der Strecke, für welche die Schutzwerke vorgesehen waren, sehr viel stärker und der Strand so viel niedriger geworden und soweit zurückgezogen, daß die Buhnen in der geplanten Weise teils nur mit großen Kosten zu erhalten waren, teils überhaupt nicht zur Ausführung gebracht werden konnten. Nach all diesen Erfahrungen wird angenommen werden dürfen, daß je nach der Gestaltung der Riffe, die, vor der Westküste von Sylt sich hinziehend, unter der Einwirkung von Strömung und Wellenschlag fortwährenden Veränderungen und Verschiebungen unterliegen, bald die eine, bald die andere Strandstrecke stärker angegriffen oder durch Sandablagerungen erhöht und verbreitert wird, daß demnach für eine längere Reihe von Jahren der Abbruch überall ungefähr gleich groß sein muß. Hierfür spricht auch, daß die langgestreckte Küste an keiner Stelle größere Ein- oder Ausbuchtungen zeigt. Unter diesen Verhältnissen gibt das Maß des Abbruchs, welches in den letzten Jahren für verschiedene Teilstrecken der Küste durch Messung festgestellt worden ist, einen recht guten Anhalt dafür, wie hoch der Abbruch der ganzen Küste für eine längere Reihe von Jahren, etwa für ein Jahrhundert zu veranschlagen ist. Der durchschnittliche jährliche Abbruch der ganzen Küste würde hiernach dem Durchschnitt des für die einzelnen Teilstrecken berechneten jährlichen Abbruchs gleichzusetzen sein und würde hiernach — unter Berücksichtigung der Länge der Teilstrecken — betragen:

$$\frac{2 \cdot 4{,}09 + 8 \cdot 1{,}15 + 8 \cdot 0{,}74 - 6 \cdot 0{,}12 + 4 \cdot 0{,}21 + 3{,}5 \cdot 1{,}07}{31{,}5} = 0{,}86 \text{ m.}$$

In einem Jahrhundert würde also ein 86 m breiter Küstenstreifen durch Abbruch verloren gehen. Gegenwärtig ist die Insel an ihren schmalsten Stellen zwischen dem Ellenbogen und den Lister Dünen 700 m, bei Kampen 1100 m und bei Rantum 550 m breit.

Röm, die nördlichste der zu Schleswig gehörigen nordfriesischen Inseln, hat sich nach der historischen Karte, Abb. 9 Bl. 33 u. 34, seit 1648 wenig verändert. Die Westseite ist danach überall etwas zurückgegangen, die Ostseite zeigt zum Teil Abbruch, zum Teil Anlandung. Ähnliche Veränderungen haben nach jener Karte auch an Föhr und Amrum stattgefunden. Die Küste von Föhr zeigt an der Nordostseite Anwachs, sonst überall mehr oder weniger Abbruch. Amrum erscheint an der Nordseite etwas verlängert, in Gestalt einer in nordöstlicher Richtung vorgeschobenen schmalen Landzunge, ein mäßiges Vorrücken in der Richtung nach Osten zeigt auch der Haken an dem südlichen Ende der Insel; die Westseite hat in dem vorgelagerten hohen und breiten Knipsande einen sehr kräftigen Schutz, und nur die nordwestliche, sowie ein Teil der östlichen Küste ist nach der Karte von 1648 beträchtlich zurückgegangen.

Aber wie für Sylt nachgewiesen wurde, daß die Darstellung der Küstenlinie von 1648 teils ganz gewiß fehlerhaft, teils unzuverlässig ist, so liegt die Vermutung nahe, daß auch die Darstellung des früheren Zustandes der Inseln Röm, Föhr und Amrum manche Ungenauigkeiten enthält. Diese Vermutung wird noch dadurch bestärkt, daß die in der Danckwerthschen Chronik mitgeteilten Meyerschen Karten, die von Geerz für die Darstellung des Zustandes von 1648 benutzt worden sind, an vielen Stellen selbst untereinander wenig übereinstimmen. An einzelnen Stellen würde es wahrscheinlich nicht schwierig sein, einen bestimmten Nachweis dafür zu erbringen, ob und inwieweit die in der Karte von 1648 angegebenen Uferlinien als richtig anzusehen sind. Es ließe sich z. B. ohne Zweifel feststellen, ob die Deiche der Insel Föhr wirklich, wie es nach der historischen Karte

geschehen sein müßte, seit 1648 an der Westseite um ungefähr 1 km zurückverlegt und an der Ostseite fast ebensoviel vorgeschoben worden sind. Für die Zwecke der vorliegenden Untersuchungen ist es aber nicht nötig, hierauf näher einzugehen. Gegenwärtig ist die ganze nördliche Hälfte der Insel Föhr durch Deiche und Uferwerke gegen Abbruch völlig gesichert, die übrigen Küsten von Föhr, wie von Amrum und Röm liegen nur an einzelnen Stellen im Abbruch, der aber nirgends von Bedeutung ist. Und selbst wenn man annehmen wollte, daß die Abbrüche seit 1648 wirklich so groß gewesen wären, wie in der historischen Karte von Geerz angegeben ist, so würde doch die Gesamtfläche der drei Inseln in den 2 $^1/_2$ Jahrhunderten nur um einen geringen Bruchteil abgenommen haben. Der angebliche Wert dieser Inseln und der Insel Sylt als Schutzwehren für die Deiche des Festlandes würde, weil die Lücken zwischen Röm und Sylt und zwischen Sylt und Amrum-Föhr infolge der Längenzunahme von Sylt kleiner geworden sind, nicht nur nicht ab-, sondern sogar zugenommen haben.

Helgoland.

Besonders viel umstritten ist die ehemalige Größe von Helgoland. Weniger um die in den letzten drei Jahrhunderten vorgekommenen Veränderungen dreht sich der Streit, als um den Umfang der in weiter zurückliegender Zeit zerstörten Inselflächen. Einige spärliche Nachrichten über die Kämpfe zwischen Christen- und Heidentum, die sich im 8. und 9. Jahrhundert auf dem alten Fositesland abgespielt haben, über heidnische Tempel, die zerstört, und Kirchen, die an deren Stelle errichtet sein sollen, eine Schilderung Adams von Bremen über den Zustand der Insel gegen Ende des 11. Jahrhunderts, ferner die in den Streitigkeiten und Kämpfen um die Oberherrschaft über die Insel im 14. und 15. Jahrhundert aufgestellte Behauptung, daß Helgoland „vor tausend und wenigern Jahren mit Eiderstadt, Everschop und Utholm, imgleichen mit Nordstrand, sodann mit Föhr, Sylt und Amrum eine conterminierende Region gewesen", waren die Wurzeln, aus denen sich die Sage von einer ehemals großen Ausdehnung der Insel und ihrer späteren Zerstörung durch Sturmfluten herausgebildet hat.[27]) Die so entstandene Sage hat dann im 16. und 17. Jahrhundert ein Chronist dem andern nacherzählt, ohne ihrem Ursprung genauer nachzuforschen und ihre Glaubwürdigkeit zu prüfen. Geschichliche Zeugnisse sind darüber nicht beigebracht worden. Heimreich in seiner nordfriesischen Chronik beruft sich für seine Angaben über die ehemalige Inselgröße und über sieben Kirchen, die in den Sturmfluten von 1162 und 1216 untergegangen sein sollen, auf Joh. Mejer, der nach unbeglaubigten Angaben älterer Chronisten sogar Karten angefertigt hat, die den Zustand der Insel in den Jahren 800, 1240 und 1300 darstellen. (Danckwerth, Tafel XIII und XIX.) In der Karte vom Jahre 800 sind die angeblich später untergegangenen Kirchen, Dörfer, Burgen, heidnischen Tempel, Häfen usw. alle mit Namen und nach ihrer Lage angegeben (s. Abb. 6 Bl. 51). Aber schon im 18. Jahrhundert wurden die Darstellungen in den Mejerschen Karten, die bis dahin fast allgemein für glaubwürdig angesehen worden waren, von verschiedenen Seiten in Zweifel gezogen.

27) S. Wiebel, Die Insel Helgoland. Untersuchungen über deren Größe in Vorzeit und Gegenwart, Hamburg 1848.

Gründlich widerlegt wurden sie zuerst von dem hamburgischen Archivar Dr. Lappenberg in einem im September 1830 bei der Versammlung deutscher Naturforscher gehaltenen Vortrage: „Über den ehemaligen Umfang und die alte Geschichte Helgolands", der später auch als Druckschrift veröffentlicht ist. Und noch eingehender ist dieser Gegenstand beleuchtet in einer von dem hamburgischen Professor Wiebel bearbeiteten Abhandlung über die Größe Helgolands in Vorzeit und Gegenwart, herausgegeben von dem naturwissenschaftlichen Verein, Hamburg 1848. Von beiden wird die Unhaltbarkeit der Sage von der ehemaligen Inselgröße und die gänzliche Wertlosigkeit der Mejerschen Karten schlagend nachgewiesen. Einen ganz augenscheinlichen Beweis dafür, mit welcher Leichtfertigkeit Mejer bei der Anfertigung jener Karten vorgegangen ist, gibt die Abb. 6 Bl. 51, in der die bei Danckwerth auf Tafel XIII und XIX enthaltenen Darstellungen der Insel nach gleichem Maßstabe zusammengestellt sind. Die Darstellung vom Jahre 1240 befindet sich auf Tafel XIII, die von 800, 1300 und 1649 auf Tafel XIX. Danach hätte die Insel in dem langen Zeitraum von 800 bis 1240 noch bedeutend an Größe zugenommen, und die großen Verluste, die nach Heimreich den Sturmfluten von 1162 und 1216 zugeschrieben worden, fielen erst in die Zeit von 1240 bis 1300. In den 440 Jahren vor 1240 wäre hiernach eine Vergrößerung von etwa 40 Quadratkilometern und in den 60 Jahren nach 1240 eine Abnahme von über 100 Quadratkilometern eingetreten. Daß beides in höchstem Grade unwahrscheinlich ist und den eigenen Mitteilungen an Heimreich widerspricht, ist von dem Verfasser der Karten in seinem großen Schaffensdrange offenbar übersehen worden.

Wiebel hat sich noch besonders dadurch verdient gemacht, daß er eine genaue Vermessung der Insel vorgenommen und Beobachtungen über den Einfluß der Witterung und der Wellen auf die fortschreitende Veränderung der Inselküste angestellt hat. Er hat versucht, für die dem Angriff der Wellen ausgesetzten Felsenwände auf diesem Wege einen „Abbruchskoeffizienten" festzustellen. Aber die auf wenige Jahre beschränkte Zeit der Beobachtung war für den Zweck viel zu kurz; und frühere Angaben über die Größenverhältnisse der Insel waren so unsicher, ältere Karten entweder ganz ungenau oder in einem so kleinen Maßstabe gezeichnet, daß sie zu einer zuverlässigen Feststellung der Küstenveränderungen durch Vergleichung der von ihm selbst beschafften Aufnahme der Insel nicht brauchbar waren. Sie hatten zwar den Beweis geliefert, daß die Küstenumrisse sich in den letzten 130 Jahren nur an einigen wenigen Stellen beträchtlich verändert hatten und daß die Abnahme der Insel viel langsamer fortschreitet, als bis dahin von so vielen Seiten angenommen worden war, aber zur genaueren Bestimmung des Abbruchskoeffizienten waren sie nicht ausreichend. Um diese in späteren Zeiten durch wiederholte Messungen zu ermöglichen und dadurch sowohl für die Bestimmung der ehemaligen Inselgröße, wie für die Berechnung des Maßes ihrer zukünftigen weiteren Zerstörung eine sichere Grundlage zu gewinnen, hat Wiebel in den Jahren 1844/45 die derzeitigen Umrisse der Insel in einer auf Grund eigener genauer Messungen und im Maßstabe 1 : 3000 gezeichneten Karte festgelegt.

Durch eine im Jahre 1891 von dem Festungs-Oberbauwart Weber wiederholte Vermessung der Insel ist uns be-

reits das Mittel an die Hand gegeben, die Wiebelsche Aufnahme zu dem gedachten Zweck auszunutzen. Den durch beide Messungen aufgenommenen oberen Küstenrand zeigt die Abb. 1 Bl. 51, sie gibt demnach ein Bild von dem Landstreifen, der in den 47 Jahren von 1844 bis 1891 abgestürzt ist. Die Form der Küstenlinie hat sich danach wenig verändert. An der Südwestseite ist der abgestürzte Streifen im Durchschnitt 9 bis 10 m breit und hat einen Flächeninhalt von rund 1,7 ha. Er erstreckt sich fast über die ganze Länge dieser Inselseite. Ganz kurze Unterbrechungen zeigen sich nur an zwei Stellen, wo sogar die Uferkante von 1891 etwas gegen die frühere vortritt. Dies kann aber selbstverständlich nur auf kleinen Ungenauigkeiten in der Messung beruhen, die bei der Aufnahme einer so stark zerklüfteten Felsenkante fast unvermeidlich sind. Der Abbruch an der Nordostseite ist von sehr ungleicher Breite. In der an das Nordhorn anschließenden Hälfte ist er an vielen Stellen ungefähr ebenso breit wie an der Südwestseite, im Durchschnitt aber nur etwa 5 m. Dann folgt eine Strecke, wo die Karte nicht nur keinen Abbruch zeigt, sondern die Küstenlinie von 1891 sogar über die von 1844 hinaustritt. Das ist nicht wohl anders erklärlich, als daß in einer der beiden Messungen oder bei dem Abdruck der Karten ein Fehler vorgekommen sein muß. Am stärksten ist der Abbruch auf der 250 m langen Endstrecke in der Nähe des Unterlandes, wo er am äußersten Ende rund 25 m, im Durchschnitt etwa 15 m beträgt. An der Ostseite, wo der Fuß der Felsenwand durch das anliegende Unterland gegen jeden Wellenangriff geschützt ist und der obere Teil der Wand durch das davor abgelagerte verwitterte Gestein sich nach und nach in eine mit Erde überdeckte steile Böschung verwandelt hat, sind an der Oberkante nur geringe Veränderungen eingetreten. Das Unterland zeigt, trotz der Bemühungen der Inselbewohner, das vom Oberland abstürzende und von den Wellen in der Richtung nach dem Unterlande fortbewegte Gerölle durch eingebaute Pfahlwerke festzuhalten, an der Nordostseite, besonders an der östlichen Spitze noch recht bedeutenden Abbruch, an der Südostseite dagegen ist es überall breiter geworden.

Stellt sich hiernach der Abbruch der Felseninsel für die zwischen den beiden Messungen liegenden 47 Jahre an der Südwestseite auf 9 bis 10 m, an der Nordostseite im Mittel auf etwa 5 bis 6 m, so ergibt das für ein Jahrhundert eine Abbruchsgröße von rund 20 m an der einen und von rund 12 m an der anderen Seite. Wiebel hat diesen Abbruchskoeffizienten nach seinen kurzen Beobachtungen nur auf etwa 10 Fuß, also viel zu niedrig veranschlagt. Das erklärt sich daraus, daß seine Berechnung sich hauptsächlich auf die Ergebnisse von Beobachtungen stützt, die er am Fuße des Felsens über die Abspülung des Gesteins durch die Meereswellen angestellt hat; die Zerstörungen an den hohen Felswänden, die durch Witterungseinwirkungen herbeigeführt werden, sind von ihm offenbar unterschätzt worden.

Die so ermittelten Erfahrungswerte wird man, ohne allzu fehl zu greifen, sowohl für eine weiter zurückliegende Vergangenheit, wie für die Zukunft als zutreffend ansehen können. Denn in dem jetzt noch vorhandenen Reste der Felseninsel ist die Art und Schichtung des Gesteins überall annähernd gleich und die nach Südwest und Nordost vorgelagerten Riffe lassen darauf schließen, daß die in geschichtlicher Zeit abgebrochenen Inselteile in ihrer geologischen Zusammensetzung von derselben Beschaffenheit gewesen sind. Jene Erfahrungswerte geben demnach die Möglichkeit an die Hand, sich sowohl von der ehemaligen Ausdehnung der Insel bis zurück in die Zeit ihrer ersten geschichtlichen Erwähnung ein ungefähr richtiges Bild zu machen, wie auch den Zeitpunkt ihrer völligen Zerstörung für den Fall zu bestimmen, daß sie nach wie vor den zerstörenden Einflüssen der Meereswellen und der Witterung schutzlos preisgegeben wird.

In der Karte Abb. 2 Bl. 51, die der neuesten Seekarte von Helgoland entnommen ist, sind die hiernach sich ergebenden Umrisse der Felseninsel für die Jahre 1072 und 1649 durch punktierte Linien eingetragen; für das Jahr 1649, um sie mit der Mejerschen Karte aus demselben Jahre vergleichen zu können, für 1072, um zu zeigen, in wie weit die auf der angegebenen Grundlage ermittelte Inselgröße mit der aus derselben Zeit stammenden Schilderung Adams von Bremen übereinstimmt. Die Karte zeigt ferner, ebenfalls in punktierten Linien, bis wie weit die Insel voraussichtlich in den nächsten 300 und 600 Jahren zurückgehen wird, wenn die Südwest- und Nordostseite nicht gegen weiteren Abbruch geschützt werden.

Auf anderer Grundlage ist endlich noch der Versuch gemacht worden, in derselben Karte ein Bild davon zu geben, wie man sich für die Zeit Adams von Bremen die jetzige Düneninsel und ihre derzeit noch vorhanden gewesene Verbindung mit der Felseninsel etwa vorzustellen hat. Bis zum Anfange des 18. Jahrhunderts hatte Helgoland außer dem jetzigen hohen Inselfelsen, dem Rothenkliff, noch einen hoch über die Meeresfläche hervortretenden Kreidefelsen, das sog. Wittekliff; beide waren durch einen aus Gerölle bestehenden Damm miteinander verbunden. In einem um das Jahr 1550 verfaßten und aus den unmittelbaren Mitteilungen eines derzeitigen Vogts auf Helgoland stammenden Bericht Heinrich Ranzaus wird von dem weißen Felsen gesagt, daß er von Sand umgeben sei und Kalk enthalte, der gebrochen und verkauft werde. Über die derzeitige Größe der beiden Inselteile gibt dieser Bericht keinerlei Auskunft, aber in der ungefähr ein Jahrhundert später entstandenen Mejerschen Karte von Helgoland sind beide Felsen, wie der zwischen ihnen liegende Steinwall und das östlich vom weißen Kliff gelegene Dünengelände dargestellt. Die Mejerschen Karten lassen nun zwar, wie an anderen Stellen gezeigt worden ist — von den völlig wertlosen historischen Karten ganz abgesehen — an Genauigkeit viel zu wünschen übrig, aber sie geben doch von der derzeitigen Form und Größe des Landes ein ungefähr zutreffendes Bild, und deshalb wird angenommen werden dürfen, daß auf der obengedachten Karte von Helgoland die derzeitige Größe des weißen Kliffs annähernd richtig angegeben ist. Die jetzt noch vorhandene Felseninsel ist, wie ein Vergleich mit dem in Abb. 2 Bl. 51 angedeuteten Umrisse von 1649 zeigt, in der Mejerschen Karte der Breite nach etwas zu groß, der Länge nach dagegen viel zu klein dargestellt. Die größte Breite und Länge sind nach der Mejerschen Karte etwa 650 und 1140 m, in Wirklichkeit haben sie rund 620 und 1730 m betragen. Die Flächengröße stellt sich nach der Mejerschen Karte ebenfalls etwas kleiner, als sie erweislich derzeit gewesen ist, und es wird

demnach angenommen werden dürfen, daß auch das Wittekliff, dessen Flächeninhalt nach Mejers Karte rund 5 ha beträgt, mindestens nicht zu groß dargestellt ist. Im Herbst 1711 wurde der letzte Rest des Kliffs von den Wellen weggespült. Die 5 ha waren also in 62 Jahren den Angriffen der Elemente und der Inselbewohner, die den Kalkstein gebrochen und verkauft hatten, zum Opfer gefallen. Nimmt man für die Zeit vor 1649 an, daß die Zerstörung sich in ungefähr gleichem Maße vollzogen hat, daß also in 62 Jahren immer eine Fläche von ungefähr 5 ha abgebrochen ist, so müßte das Kliff zur Zeit Adams von Bremen, in der letzten Hälfte des 11. Jahrhunderts, eine Flächenausdehnung von rund 50 ha gehabt haben. Diese Fläche würde sich ungefähr decken mit dem über Mittelniedrigwasser liegenden nördlichen Teil der jetzigen Düneninsel, in ganz ähnlicher Weise, wie der seit 1072 an der Südwest- und Nordostseite der Felseninsel abgebrochene Streifen sich mit der am Fuße des Felsens über Niedrigwasser liegenden Riffläche ungefähr deckt. Wie man sich die Umrisse des Wittekliffs zur Zeit Adams von Bremen hiernach vorzustellen hat, ist in Abb. 2 Bl. 51 angedeutet. Die kleine Restfläche von rund 5 ha, die im Jahre 1649 noch vorhanden war, ist ebenso wie die Umrisse der Felseninsel von 1649 und die Breite des zwischen der Felsen- und Düneninsel derzeit noch vorhandenen Steinwalles nach einer Mejerschen größeren Karte von Helgoland[28]) — die mit der in Abb. 6 Bl. 51 gegebenen Darstellung aus demselben Jahre nicht ganz übereinstimmt — eingetragen worden. Ob der Steinwall in früheren Jahrhunderten eine größere Breite gehabt hat, ist aus urkundlichen Nachrichten nicht zu erweisen. Aber ohne Zweifel gewährte das Wittekliff, dessen hohe Felswand nach der Ostseite hin den Steinwall abschloß, diesem zugleich einen kräftigen Schutz gegen den Wellenangriff, und die Tatsache, daß, nachdem der letzte Rest des Kliffs im Jahre 1711 verschwunden war, sehr bald nachher — im Jahre 1720 — der Steinwall durchbrochen wurde, legt die Vermutung nahe, daß seine Breite und Widerstandsfähigkeit mit der fortschreitenden Zerstörung des Kliffs nach und nach abgenommen habe. Um das Jahr 1072, als das Kliff noch beträchtlich größer war, als zur Zeit der Mejerschen Aufnahme der Insel, wird demnach auch der Steinwall eine größere Breite gehabt haben, etwa so, wie in Abb. 2 Bl. 51 angedeutet ist. Nach der Größe und Lage des südöstlichen Teiles der jetzigen Düneninsel, wie nach der Bodenbeschaffenheit und den Tiefenverhältnissen in ihrer nächsten Umgebung wird man ferner annehmen können, daß die durch das Kliff und den Steinwall gegen nordwestliche Ströme geschützte Düne sich derzeit bis an die Spitze der sog. Aade erstreckt hat. Wenn man hiernach das Inselbild Abb. 2 Bl. 51 für die Zeit um 1072 ergänzt, so wird die Annahme berechtigt sein, daß dieses Bild den derzeitigen Umriß der Insel, wenn auch selbstverständlich nicht genau, so doch im großen und ganzen einigermaßen zutreffend veranschaulicht.

Das so entworfene Inselbild stimmt mit den Größenangaben, die in der schon erwähnten Schilderung Adams enthalten sind, recht gut überein, wenn die dort gebrauchte Maßeinheit Milliare gleich 1000 Schritten gerechnet wird. Adam sagt über die Größe der Insel: ihre Länge beträgt kaum 8, ihre Breite 4 Milliaria. Was aber unter Milliare zu verstehen sei, darüber gehen die Meinungen in den über die ehemalige Größe Helgolands veröffentlichten Schriften weit auseinander. Lappenberg will 1000 Fuß, Geerz[29]) 1000 Doppelschritte, ungefähr $^1/_5$ geograph. Meile dafür ansetzen. Wiebel meint, Adam oder die späteren Abschreiber seines Werkes hätten wohl Stadia mit Milliaria verwechselt und für die Länge versehentlich VIII statt XIII gesetzt, denn eine Länge von 13 und eine Breite von 4 römischen Stadien (1 Stadie = $568^5/_8$ pariser Fuß) könne den derzeitigen Größenverhältnissen der Insel ungefähr entsprochen haben. Lappenberg und Wiebel gehen dabei von der Annahme aus, daß die von Adam angegebenen Maße sich nur auf die jetzige Felseninsel beziehen; während Geerz, indem er sich dahin ausspricht, daß die Adamschen Größenangaben — nach seiner Erklärung des Wortes Milliaria — für die damalige Zeit wohl zu vertreten seien, offenbar die Insel in ihrer ganzen derzeitigen Ausdehnung im Auge gehabt hat. Zu dem in Abb. 2 Bl. 51 für jene Zeit entworfenen Inselbilde passen aber alle diese Auslegungen sehr wenig. Nach dem dort dargestellten Umriß vom Jahre 1072 war die jetzige Felseninsel 2040 m lang und 740 m breit; die Länge der ganzen Insel vom sog. Nordhorn bis zur Spitze der Aade betrug rund 4200 m, die größte Breite vom sog. Südhorn bis zur Nordostseite des weißen Kliffs rund 2200 m. Die von Adam angegebene Länge und Breite der Insel — 8 und 4 Milliaria — stellen sich nach Lappenberg auf rund 2600 und 1300 m, nach Geerz auf rund 11800 und 5900 m, und wenn nach Wiebel anstatt 8 und 4 Milliaria 13 und 4 römische Stadien gerechnet werden, auf rund 2400 und 740 m. Wie ein Vergleich dieser Maße mit den aus der Abb. 2 Bl. 51 entnommenen zeigt, passen die nach Lappenberg berechneten so wenig für die Felseninsel allein, wie die nach Geerz für den derzeitigen Gesamtbestand der Insel, und selbst die von Wiebel auf Grund sehr gewagter Vermutungen ermittelten Zahlen stimmen mit denen, die sich aus der Abbildung ergeben, nur hinsichtlich der Breite der Insel überein. Dagegen entsprechen die Adamschen Größenangaben, ohne daß man an Schreibfehler zu denken nötig hat, dem gezeichneten Inselbilde recht gut, wenn man sie in Übereinstimmung mit Geerz auf den derzeitigen Gesamtbestand der Insel bezieht, für das Wort Milliare aber nicht wie Geerz will, ein Maß von 1000 Doppelschritten, sondern von 1000 Schritten gelten läßt. Das Verhältnis der Länge zur Breite ist nach beiden Darstellungen ganz gleich: die Länge etwas weniger als die doppelte Breite, die aus der Abbildung sich ergebenden Maße von 4200 und 2200 m sind allerdings, wenn 1 Schritt = 0,75 m gerechnet wird, nur rund 5600 und 3000 Schritt, also nicht wie Adam angibt, kaum 8 und 4, sondern nur kaum 6 und 3 Milliaria. Wenn man aber berücksichtigt, daß bei der Geländebeschaffenheit der Insel eine genaue Feststellung dieser Maße für Adam oder dessen Gewährsmann recht schwierig, ein Abschreiten in gerader Richtung nicht einmal möglich war, und deshalb angenommen werden muß, daß die Adamschen Angaben nur auf Schätzung beruhen, so ist es wohl erklärlich, daß zwar das Verhältnis der Länge zur Breite richtig, das Maß beider

28) Danckwerth, Tafel XIX.

29) Geerz in dem schon erwähnten Entwurf der Denkschrift zu seiner historischen Karte.

aber um ungefähr ein Drittel größer angegeben ist, als es in Wirklichkeit war.

Mit noch größerer Sicherheit, als für das Ende des 11. Jahrhunderts, kann aus den früher dargelegten Gründen angenommen werden, daß der in Abb. 2 Bl. 51 für die Zeit der Anfertigung der Mejerschen Karten (1649) eingetragene Umriß den derzeitigen Zustand der Insel ungefähr richtig darstelle. Der Vergleich der Umrisse von 1072 und 1649 miteinander und mit der jetzigen Inselkarte gibt demnach ein übersichtliches Bild von den Veränderungen, die in den Zeiträumen von 1072 bis 1649 und von 1649 bis zur Gegenwart in der Größe und Form der Insel vorgekommen sind, und läßt in anschaulicher Weise erkennen, daß die aus der Sage hervorgegangenen schriftlichen und kartographischen Aufzeichnungen über die ehemalige Größe Helgolands, wie über den durch Sturmfluten herbeigeführten Untergang ganzer Kirchspiele mit zahlreichen bewohnten Ortschaften keinen Glauben verdienen. Nicht plötzlich infolge gewaltiger Naturereignisse hat sich — in geschichtlicher Zeit — die Umgestaltung der Insel vollzogen, sondern ganz allmählich unter dem stetigen Einfluß der Witterung und der Meereswellen. Aber diese dauernde Abnahme ist doch von solcher Bedeutung, daß sie sowohl für die Felseninsel wie für die Düne die Notwendigkeit der Erbauung von Schutzwerken nahelegt. Ohne Schutzwerke würde, wie Abb. 2 Bl. 51 zeigt, die südwestliche Abbruchskante schon im Jahre 2200 bis in die Nähe des Leuchtturmes vorgerückt sein; im Jahre 2500 würde die Felseninsel nur noch ungefähr die Hälfte ihrer gegenwärtigen Länge und kaum ein Drittel ihrer jetzigen Flächengröße haben.

In welchem Maße die Abnahme der Düneninsel in den letzten 60 Jahren fortgeschritten ist, ergibt sich aus der nachfolgenden Zusammenstellung.

	Die hohe Düne		Die Düneninsel	
	Länge	größte Breite	Länge	größte Breite
			bei Mittelhochwasser	
	m	m	m	m
Nach der von Wiebel aufgenommenen Karte von 1844/45 . .	544	143	1450	245
Nach der Aufnahme v. Römer 1893	595	125	1438	191
Nach einer Skizze von Suadicani, aufgenommen nach den Sturmfluten vom 5. bis 8. Dez. 1895	390	64,5	—	—
Nach Ausbesserung der Sturmflutschäden, Aufnahme von Geiße 1897	450	106	1390	197
Nach der Aufnahme von Schröder 1903	443	118	1335	187
Nach der Aufnahme von Paulsen 1904	443	118	1241	200

Von 1844 bis 1893 war hiernach die Abnahme nicht bedeutend. Die Düne und die Düneninsel hatten bis dahin nur an Breite verloren, an Länge hatte die Düne sogar noch zugenommen. Eine umfangreiche Zerstörung der Düne — die den Bau der schon erwähnten Schutzwerke veranlaßte — wurde erst durch die Sturmfluten der Jahre 1894 und 1895 herbeigeführt. Nach den letzten dieser Fluten — vom 5. bis 8. Dez. 1895 — hatte die bewachsene Düne reichlich ein Drittel ihrer Länge und fast die Hälfte ihrer Breite eingebüßt, wogegen die Grundfläche der Insel innerhalb der Linie des mittleren Hochwassers nur wenig verloren hatte und innerhalb der Niedrigwassergrenze unverändert geblieben war. Die aus der Zusammenstellung ersichtliche Vergrößerung der Düne von 1895 bis 1897 wurde nicht auf natürlichem Wege, sondern durch Ankarren von Sand aus dem nahen Strande bewerkstelligt.

Inwieweit lassen die Ergebnisse der vorstehenden Untersuchungen darauf schließen, daß Schutzwerke zur Erhaltung der Inseln notwendig sind?

Abgesehen von Helgoland, dessen allmählich fortschreitende Verkleinerung die Erbauung von Schutzwerken unzweifelhaft als zur Erhaltung der Insel notwendig erscheinen läßt, ist die Frage, ob in absehbarer Zeit die vollständige Zerstörung der ost- und nordfriesischen Inseln zu befürchten ist, wenn keine Schutzwerke gebaut werden, nach den Ergebnissen der vorstehenden Untersuchungen für die meisten dieser Inseln offenbar zu verneinen. Die zu Preußen gehörigen ostfriesischen Inseln sind, wie wir gesehen haben, in den beiden letzten Jahrhunderten nicht kleiner, sondern größer geworden.[30]) Die meisten haben sogar beträchtlich an Größe zugenommen, obgleich sie alle bis zum Jahr 1860 ganz ohne Schutzwerke waren. Bis dahin wurden zur Erhaltung der Inseln lediglich einige Arbeiten zur Befestigung der Dünen, sowie zur Ausfüllung der in den Dünen entstandenen Schluchten und Lücken ausgeführt. Wie wenig derzeit daran gedacht wurde, gegen die Angriffe der Strömung und des Wellenschlages Schutzbauten auszuführen, geht aus den von Zeit zu Zeit erstatteten amtlichen Berichten über den Zustand der Inseln hervor. Den darin enthaltenen Mitteilungen über größere Strand- und Dünenabbrüche wird sowohl im 18. als auch noch im Anfange des 19. Jahrhunderts fast regelmäßig die Bemerkung beigefügt: „dagegen gibt es kein Mittel“ oder „kann durch menschliche Anordnung nicht behindert werden“. Und daß auch die Arbeiten zur Befestigung der Dünen recht unbedeutend waren, läßt sich ungefähr ermessen nach den Kosten, die dafür erwachsen sind. Für die sechs Inseln zusammen wurden in der Zeit von 1703 bis 1718 im jährlichen Durchschnitt 2498 ostfriesische Gulden oder 2775 ℳ, im Jahr 1773 1043 ℳ, in den Jahren 1803 und 1810 1293 und 1827 ℳ verausgabt. Für Borkum allein wurden aufgewandt: 1775 211 ℳ, 1803

30) Die auch in technischen Kreisen weit verbreitete gegenteilige Meinung — s. u. a. Plener, Zeitschr. d. hannoversch. Archit.- u. Ing.-V. 1856 S. 44 und Handbuch d. Ing.-Wissenschaften v. Franzius u. Sonne 1879, der Wasserbau S. 784 — ist wohl dadurch zu erklären, daß alle ostfriesischen Inseln an ihrer dem Angriff der Meereswellen am meisten ausgesetzten West- und Nordseite aus Dünen bestehen, an denen die Abbrüche immer sehr deutlich sich ausprägen, die Anlandungen dagegen in der Regel wenig bemerkbar sind. Abbrüche werden meist und hauptsächlich durch hohe Sturmfluten herbeigeführt. Jede solche Flut hinterläßt an der seeseitigen Böschung der Dünenkette eine steile Kante, die deutlich erkennbar ist und deren Höhe zugleich einen Maßstab abgibt, wonach die Breite des von den Wellen abgespülten Dünenstreifens ungefähr bestimmt werden kann. Das Anwachsen der Düne ist dagegen ein Erzeugnis anhaltend günstiger Witterungsverhältnisse und vollzieht sich, ohne in die Augen zu fallen, ganz allmählich. Die durch hohe Sturmfluten veranlaßten Zerstörungen werden meist gleich nach ihrem Entstehen eingehend besichtigt, Berichte gehen darüber an die Behörden und werden auch durch die Zeitungen in die Öffentlichkeit gebracht. Die langsam fortschreitende Arbeit der aufbauenden Naturkräfte wird wenig beachtet, und es vergehen oft lange Zeiten, ohne daß etwas darüber ermittelt und bekannt gegeben wird. So ist es durchaus erklärlich, daß die Meinung, die Inseln hätten bis in die jüngste Zeit an Größe abgenommen, entstanden ist und sich so lange erhalten hat.

bis 1807 im Mittel jährlich 369 ℳ. In späteren Jahren wurden die von den Baubeamten für Arbeiten an den Dünen veranschlagten kleinen Beträge von der Generaldirektion des Wasserbaues in Hannover oft entweder ganz gestrichen oder wesentlich herabgesetzt. So wurden für Halmpflanzungen auf Borkum in den Jahren 1834 bis 1837 beantragt: 330 ℳ, 408 ℳ, 405 ℳ und 279 ℳ, bewilligt wurden nur 165 ℳ, 165 ℳ, 303 ℳ und 225 ℳ. Ein zur Schließung der Dünenlücke zwischen dem Ost- und Westlande auf Borkum veranschlagter Betrag von 1636,20 ℳ wurde in den Jahren 1852 bis 1857 wiederholt abgelehnt; erst in den Jahren 1864 bis 1870, als auch schon an mehreren anderen ostfriesischen Inseln mit kostspieligeren Schutzbauten vorgegangen worden war, wurden die zu dieser Arbeit erforderlichen Mittel zur Verfügung gestellt. — Zur Erhaltung der nordfriesischen Inseln Röm, Sylt und Amrum geschah vor der Einverleibung Schleswig-Holsteins in Preußen noch weniger. Aus Staatsmitteln wurden dafür überhaupt keine Aufwendungen gemacht, nur von den Inselbewohnern wurden hin und wieder einige Arbeiten zur Befestigung der Dünen ausgeführt. Und trotzdem ist, wie wir gesehen haben, der Abbruch in den letzten 250 Jahren nirgends, selbst nicht an der dem Angriff der Meereswellen am stärksten ausgesetzten Insel Sylt derartig gewesen, daß Zerstörungen in größerem Umfange oder Durchbrüche in absehbarer Zeit zu befürchten sind.

Hiernach ist nun die Frage:

Unter welchen Umständen die Herstellung von Bauwerken zum Strand- oder Dünenschutz an einer Inselküste als notwendig anzuerkennen ist,

in wenigen Worten zu beantworten. Es ist nachgewiesen worden, daß die Inseln weder zum Schutz der Festlandsküste noch der dort vorhandenen Deiche so wichtig oder gar unentbehrlich sind und daß sie auch in ihrem Bestande nicht in dem Maße gefährdet sind, wie zur Begründung der Notwendigkeit von Schutzwerken so oft und von so vielen Seiten behauptet worden ist. Wo künftig an den ost- und nordfriesischen Inseln der Bau von Uferschutzwerken wieder angeregt wird, werden also Gründe dieser Art — die ja, weil sie sich in der Meinung weiter Kreise seit langer Zeit fortgeerbt haben, immer aufs neue hervortreten werden — mit großer Vorsicht aufzunehmen und in jedem einzelnen Falle eingehend zu prüfen sein. Im allgemeinen wird immer davon auszugehen sein, daß Schutzwerke nur dann zu erbauen sind, wenn der Wert der unmittelbar zu schützenden Grundstücke den Aufwendungen entspricht, die zum Bau und zur Unterhaltung der Werke erforderlich sind.

Wenn die in den letzten 40 Jahren aufgestellten Entwürfe über Schutzbauten an den ost- und nordfriesischen Inseln jedesmal nach diesen Gesichtspunkten gründlich geprüft worden wären, so würden wahrscheinlich viele von diesen Bauten unausgeführt geblieben sein. Dies gilt besonders von Baltrum, Spiekeroog und Sylt, wo der Wert der geschützten Grundstücke im Vergleich zu den Kosten der Schutzbauten nur sehr gering ist.

Die Westspitze der Insel Baltrum ist von 1738 bis zum Beginn der Schutzbauten im Jahr 1873 — also in 135 Jahren — infolge des starken Stromangriffs der Wichter Ee um 1550 m zurückgegangen, also im Durchschnitt jährlich um 11,50 m. Hätte man die Schutzwerke nicht gebaut, so würde der Uferabbruch vermutlich in ungefähr demselben Maße fortgeschritten sein und in den 30 Jahren bis 1903 einen weiteren Verlust von rund 350 m Insellänge mit einer Dünenfläche von 12 bis 15 ha herbeigeführt haben. Der Abbruch würde dann heute bis an die ersten Häuser des Westdorfes vorgerückt sein, wie in der Karte Abb. 3 Bl. 52 durch eine stark gestrichelte Linie angedeutet ist, und es hätten deshalb jetzt zunächst einige, in den folgenden Jahren nach und nach vielleicht auch alle übrigen Häuser des Dorfes nach einer weiter östlich liegenden Stelle der Insel versetzt werden müssen, wie das im vergangenen Jahrhundert bald nach der Sturmflut von 1825 schon einmal geschehen ist. Der in Geld zu veranschlagende Nutzen der Buhnen besteht also darin, daß ein Dünengebiet von etwa 12 bis 15 ha erhalten geblieben und die Versetzung des Dorfes nicht notwendig geworden ist. Für die ganz ertragslosen Dünen ist ein Geldwert nicht anzusetzen. Das Dorf besteht zurzeit aus dreißig meist recht geringwertigen Häusern, deren Versetzung nach einer anderen Stelle der Insel höchstens etwa 150000 ℳ kosten würde. Hätte man im Jahre 1873, als mit den Schutzbauten begonnen wurde, nur den Kostenbetrag einer Strandbuhne, rund 40000 ℳ, als Hilfsfonds an die Inselbewohner gegeben, zur Deckung der Kosten für die bei fortschreitendem Abbruch der westlichen Küste später notwendig werdende Verlegung des Dorfes, so würde das für diesen Zweck wahrscheinlich völlig ausgereicht haben, und der Staat würde den ganzen Betrag, der inzwischen für den Bau und die Unterhaltung der Schutzwerke verausgabt worden ist, nach Abzug dieser 40000 ℳ erspart haben. Das ist an wirklichen baren Ausgaben, ohne Hinzurechnung von Zinsen, rund 2750000 ℳ.

Auf Spiekeroog liegen die Verhältnisse insofern ähnlich wie auf Baltrum, als auch dort die Westküste seit 1738 stark zurückgegangen ist, in den 135 Jahren bis zum Beginn des Baues der ersten Schutzwerke an der Stelle, wo der Abbruch am größten war, ungefähr 1150 m, also im Durchschnitt jährlich 8,50 m. Aber hier liegen die ersten Häuser des Dorfes von dem durch Strandbuhnen und Dünenschutzwerken gedeckten Teil der Küste noch reichlich 1000 m zurück. Das Dorf liegt gegen Westen und Nordwesten im Schutz einer breiten geschlossenen Dünenkette, ist daher in absehbarer Zeit nicht gefährdet, und die nach 1873 erbauten Werke dienen der Hauptsache nach zum Schutz desjenigen Inselteiles, der, wie die Karte Abb. 2 Bl. 33 u. 34 ersehen läßt, nach 1738 südwestlich von dem Dorfe angewachsen ist. Dieser Anwachs besteht teils aus Dünen, teils aus Grünland. Wie viel davon und von den alten Dünen verloren gegangen sein würde, wenn die Schutzwerke nicht gebaut wären, läßt sich mit Sicherheit nicht feststellen. Aber selbst wenn man annehmen wollte, daß die geschützte Uferstrecke fast in in ihrer ganzen Länge denselben starken Abbruch gehabt hätte, der vor 1873 an der Stelle, wo er am größten war, stattgefunden hat, also jährlich 8,50 m, so würde in 30 Jahren ein Uferstreifen von $30 \cdot 8{,}50 = 255$ m Breite abgespült sein, etwa bis an die in Abb. 6 Bl. 52 eingetragene stark gestrichelte Linie, mit einem Flächeninhalt von ungefähr 40 ha. Für die zur Erhaltung dieses,

sowohl an sich, als auch für den Schutz des weit zurückliegenden Inseldorfes fast ganz wertlosen Dünenstreifens sind Schutzwerke ausgeführt worden, die nach der im Eingange mitgeteilten Zusammenstellung an Baukosten 1405000 ℳ erfordert haben. Dazu kommen an Unterhaltungskosten in den 30 Jahren bis 1903 etwa 300000 ℳ. Die für diese Werke bisher aufgewendeten Gesamtkosten stellen sich demnach auf rund 1700000 ℳ.

An der Westküste von Sylt ist die durch Strandbuhnen gedeckte Strecke rund 22 km lang, und es sind dafür aufgewendet worden an Baukosten 2915000 ℳ, an Unterhaltungskosten bis zum Jahre 1903 ungefähr 685000 ℳ, zusammen 3600000 ℳ. Zur Abwendung einer naheliegenden Gefahr für den Bestand der Insel waren die Schutzwerke nicht nötig, denn für absehbare Zeit war weder ein Durchbruch der Insel, noch eine Zerstörung wertvoller Grundstücke oder Gebäude zu befürchten. Die älteren Inseldörfer und der im Jahre 1855 bei Kampen erbaute Leuchtturm liegen weit von der Küste zurück, der Leuchtturm noch über 1000 m. Erst in den letzten Jahrzehnten, als das Westerlander Seebad mehr in Aufnahme kam, sind dort einige Häuser auf oder unmittelbar hinter den am Uferrande liegenden Dünen gebaut worden. Was durch den Buhnenbau für den Schutz der Küste gegen Abbruch bisher erreicht worden ist, darüber geben die schon erwähnten Profilaufnahmen einigen Aufschluß. Nach diesen Aufnahmen ist in Text-Abb. 3 eine übersichtliche Darstellung derjenigen Veränderungen eingetragen worden, die am Weststrande von Sylt auf der 12 km langen Strecke von Buhne IX^{N} bei Wenningstedt bis XXXIII^{N} bei den Lister Dünen in der Lage der Niedrigwasserlinie und der oberen Abbruchskante der Dünen, oder so weit der feste diluviale Inselkern an dem abbrüchigen Ufer zutage tritt, in der Oberkante des Kliffs eingetreten sind, und zwar:

1. in den acht Jahren von 1883 bis 1891, als die Buhnen IX bis XXI auf der südlichen Hälfte der Strecke teils während der ganzen Zeit, teils während der letzten sechs und sieben Jahre schon fertig waren, die nördliche Hälfte aber noch ungedeckt war;

2. in den acht Jahren von 1891 bis 1899, als auch die Buhnen in der nördlichen Hälfte der Strecke größtenteils während der ganzen Zeit, im übrigen während der letzten sieben Jahre in Wirksamkeit waren.

Die Darstellung läßt zunächst ersehen, daß die Lage der Niedrigwasserlinie, von der nicht nur die Breite sondern auch die Höhe des Strandes abhängt, sowohl an den durch Buhnen geschützten als an den ungeschützten Strecken sehr wandelbar ist, ganz in Übereinstimmung mit den Beobachtungen, die auch an anderen Stellen der Westküste von Sylt seit Jahren gemacht worden sind. In betreff des Zurückweichens der Düne und des Kliffs — des Küstenabbruchs — der in den beiden achtjährigen Zeiträumen vorgekommen ist, ergibt sich aus der Darstellung, daß dieser Abbruch betrug:

1. in den acht Jahren von 1883 bis 1891 auf der durch Strandbuhnen gedeckten südlichen Strecke im Mittel 9,40 m und auf der ungedeckten nördlichen Strecke 11,20 m, oder durchschnittlich jährlich 1,18 und 1,40 m;

2. in den acht Jahren von 1891 bis 1899, als beide Strecken durch Strandbuhnen gedeckt waren, auf der südlichen Hälfte im Mittel 11,40 m und auf der nördlichen 14,90 m oder durchschnittlich jährlich 1,42 und 1,86 m.

Diese Zahlen zeigen erstlich, daß der Abbruch in den letzten acht Jahren auf der ganzen Strecke größer war als in den vorhergegangenen, ferner, daß der Abbruch in beiden achtjährigen Zeiträumen in der nördlichen Hälfte größer war, als in der südlichen; aber sie geben nicht den geringsten Anhalt dafür, daß durch die Strandbuhnen eine Verminderung des Abbruchs herbeigeführt worden ist. Auch nach den an anderen Stellen der Küste angestellten Messungen wird ein ziffermäßiger Nachweis dafür, daß die Buhnen für den Küstenschutz einen ersichtlichen Nutzen gehabt haben, schwerlich zu erbringen sein. Jedenfalls hat der Abbruch selbst an den Stellen bisher nicht aufgehört, wo die Buhnen nun schon mehr als 20 Jahre gelegen haben, und trotz der großen

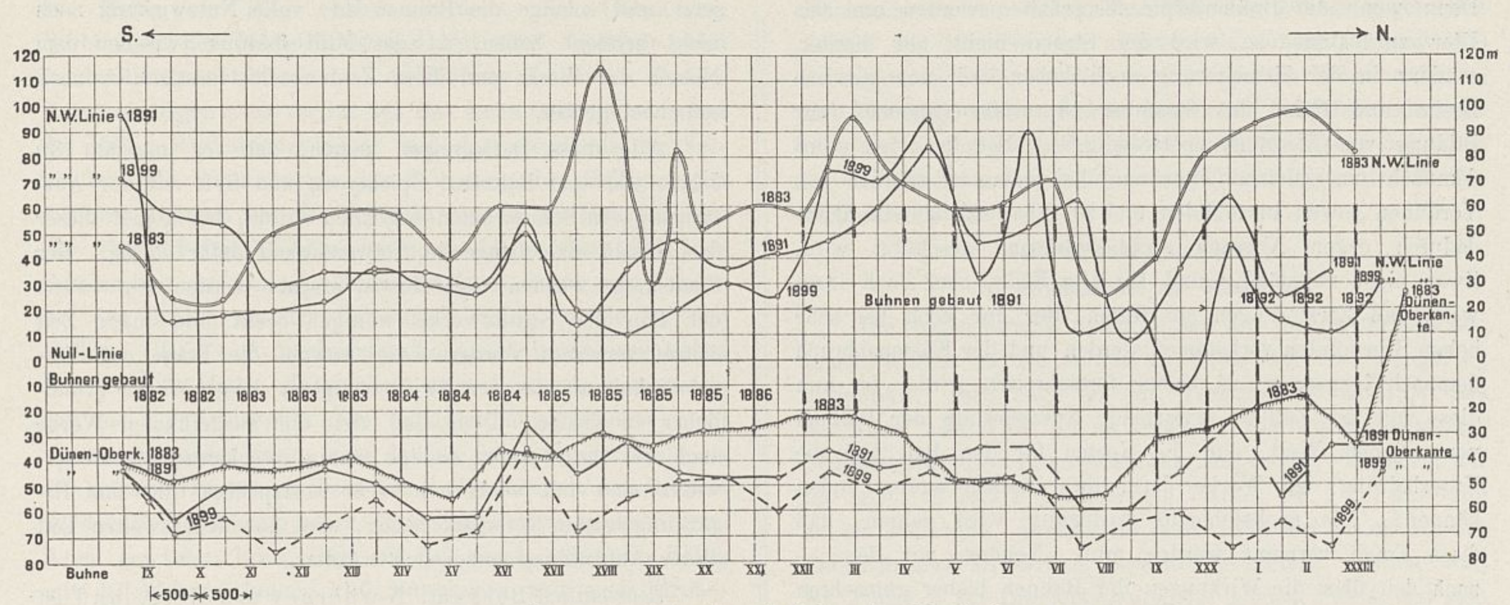


Abb. 3. Übersichtliche Darstellung der Veränderungen in der Lage der Niedrigwasserlinie und der Dünenoberkante am Weststrande von Sylt auf der 12 km langen Strecke von Buhne IX^{N} bis XXXIII^{N} in den achtjährigen Zeiträumen 1883 bis 1891 und 1891 bis 1899.
Maßstab f. d. Längen 1:7500, f. d. Höhen 1:3000.

Sorgfalt, die während all dieser Zeit auf die Pflege der Vordünen verwandt worden ist. Haben hiernach die Buhnen für die Erhaltung der Inselküste seither einen erkennbaren Nutzen nicht gehabt, so bleibt noch zu untersuchen, ob nicht darauf gerechnet werden kann, daß sie nach Verlauf einer längeren Zeit einen wirksamen Schutz herbeiführen werden. In dieser Beziehung wird in den Erläuterungen zu dem Kostenanschlag über die zuletzt ausgeführten Werke vom 26. Mai 1888 gesagt, daß auf der Strecke vor dem Rothenkliff, wo die derzeit bereits fertigen Buhnen um durchschnittlich 10 m kürzer als die übrigen hatten angelegt werden müssen, eine Vordüne sich noch nicht habe ausbilden können, daß aber diese Verhältnisse sich ändern würden, wenn das Kliff mehr zurückgewichen ist und die Buhnen unter Festhaltung der Köpfe mehr nach rückwärts verlängert sind. Diese Anschauung ist ohne Zweifel richtig. Denn wenn die Buhnenköpfe festgehalten werden und das Ufer zurücktritt, so wird der Strand nicht nur breiter, sondern in der Erbreiterung auch höher und eine gewisse Breite und Höhe des Strandes ist erfahrungsgemäß zur Bildung von Vordünen notwendig.[31]) Mit der Zeit wird demnach ein Zustand eintreten, bei dem es möglich ist, Vordünen soweit auszubilden und zu erhalten, daß die Küste dadurch gegen Abbruch recht wirksam geschützt wird. Zwar nicht vollständig und für alle Fälle, aber doch insoweit, daß Zerstörungen am festen Ufer nur noch bei sehr hohen Sturmfluten vorkommen werden und der Küstenabbruch demnach langsamer als bisher fortschreiten wird. Ist nun diese mit der Zeit zu erwartende Nutzwirkung der Buhnen von solchem Wert, daß die Kosten für den Bau und die Unterhaltung der Werke darin ihre Rechtfertigung finden können? Die nachstehende Darlegung wird zeigen, daß diese Frage verneint werden muß. Nehmen wir den — nach den über die Wirkungen der Buhnen bisher gemachten Erfahrungen nicht sehr wahrscheinlichen — Fall an, daß schon nach 30 Jahren der Strand überall die zur Bildung und Erhaltung einer schützenden Vordüne nötige Breite und Höhe erhalten habe und daß es dann durch sorgfältige Pflege der Vordüne erreicht würde, den jährlichen Uferabbruch, der bisher im Mittel 0,86 m betrug, auf ein sehr geringes Maß, etwa auf 0,06 m herabzumindern, so würde der in Geld zu bewertende jährliche Nutzen der Buhnen darin bestehen, daß ein Dünenstreifen von 22 km Länge und 0,80 m Breite mit einem Flächeninhalt von 1,76 ha, der ohne den Buhnenschutz durch Abbruch verloren gegangen wäre, den Inselgemeinden, zu deren Eigentum die Dünen gehören, erhalten bliebe. Für die Buhnen sind an Bau- und Unterhaltungskosten bisher aufgewendet worden rund 3600000 *M*. Gegenwärtig und bis auf weiteres werden für die Unterhaltung der Werke jährlich 65000 *M* verausgabt. Mit dieser Jahresausgabe und den bereits aufgewendeten Bau- und Unterhaltungskosten der Buhnen ist die Erhaltung des schmalen Uferstreifens, der in den nächsten Jahren noch überaus klein und erst für eine viel spätere Zeit, wenn die Buhnen ihre volle Nutzwirkung erreicht haben werden, auf jährlich etwa 1,76 ha zu veranschlagen ist, sehr teuer erkauft. Unter der vorhin gemachten Annahme, daß dieser Beharrungszustand schon nach 30 Jahren eintreten wird, und unter der ferneren Annahme, daß der Abbruch von jetzt ab in den 30 Jahren stetig abnimmt, würde die Dünenfläche, deren Erhaltung nach Ablauf dieses Zeitraums dem Buhnenschutz zuzuschreiben wäre, auf $\frac{30 \cdot 1{,}72}{2} = 25{,}8$ ha zu veranschlagen sein, und die bis dahin für den Uferschutz verausgabten Kosten werden, ohne Anrechnung von Zinsen und ohne die auf etwa 15000 *M* jährlich sich belaufenden Kosten für die Pflege der Vordünen, 5550000 *M* betragen. Diese Summe ergibt sich, wenn den 3600000 *M*, die für den Bau und die Unterhaltung der Buhnen bisher verausgabt sind, die ferneren Unterhaltungskosten für 30 Jahre mit je 65000 *M* hinzugerechnet werden. Also nach 30 Jahren eine Ausgabe von 5550000 *M* für die Erhaltung von 25,8 ha Dünenland, das ist für 1 ha mehr als 200000 *M*. Bis jetzt und solange die Buhnen ihre volle Nutzwirkung noch nicht erreicht haben, ist das Mißverhältnis zwischen dem Nutzen der Werke und ihren Kosten selbstverständlich noch sehr viel größer.

31) S. Handbuch des Deutschen Dünenbaues von Paul Gerhardt, Berlin 1900, S. 129 u. 377.

Alle diese Darlegungen zeigen, daß vor ungefähr 30 Jahren, als auf Baltrum, Spiekeroog und Sylt mit der Ausführung von Schutzbauten begonnen wurde, bei keiner dieser drei Inseln eine dringende Notwendigkeit dafür vorlag. Der Staatskasse würden viele Kosten erspart worden sein, wenn der Bau der Schutzwerke weniger beeilt und mehr Zeit darauf verwandt worden wäre, sowohl die Frage der Notwendigkeit als die der Zweckmäßigkeit dieser Werke gründlicher zu prüfen. Denn daß viele der ausgeführten Werke auch bei ihrer ersten Anlage wenig zweckentsprechend gewesen sind und wiederholt recht kostspielige Um- und Ergänzungsbauten veranlaßt haben, wird aus dem zweiten Teil dieser Abhandlung ersichtlich werden.

Hinsichtlich Borkum, Norderney und Helgoland ist schon zu Anfang gezeigt worden, daß und aus welchen Gründen die Anlage von Schutzwerken notwendig war. An den übrigen ost- und nordfriesischen Inseln sind aus Staatsmitteln nur noch einige Schutzbauten bei Föhr und Amrum, sowie an den kleineren Überresten der nordfriesischen Marschinseln, den sogenannten Halligen ausgeführt worden. Bei Föhr zwei Reihen Pfahlbuhnen zum Schutz von Uferstrecken an der Südostküste bei Wyk und an der Westküste bei Utersum, die beide stark im Abbruch lagen; bei Amrum eine Reihe teils Pfahl-, teils Steinbuhnen zum Schutz einer ebenfalls in Abbruch liegenden Uferstrecke an der Westküste bei Norddorf, wo die Dünenkette unterbrochen und das zu schützende Land guter wertvoller Marschboden ist. Die Baukosten haben für die beiden Buhnengruppen auf Föhr 131000 *M* und für die Amrumer Schutzwerke 124000 *M* betragen. Unterhaltungskosten sind bisher für die Buhnen auf Föhr nicht erwachsen, und für die auf Amrum waren sie ganz unbedeutend. Da die Pfähle meist in festem Kleiboden, zum großen Teil auch in ihrer vollen Länge unter Mittelwasser stehen, so werden die Kosten der Unterhaltung voraussichtlich auch in Zukunft nur gering sein. Deshalb kann wohl angenommen werden, daß der Schutz, den die beiden Inseln von diesen Buhnenanlagen haben, durch die Bau- und Unterhaltungskosten der Werke nicht allzu teuer erkauft ist. Die Schutzbauten an den Halligen sind zum größten Teil in Ver-

bindung mit Landgewinnungsarbeiten ausgeführt worden. So an der Hamburger Hallig, die in den Jahren 1873 und 1874 an der Westseite durch die Anlage einer Steinböschung gegen Abbruch geschützt und durch einen Damm mit dem Festlande verbunden wurde. So auch an den Halligen Oland und Nordmarsch-Langeneß, wo zur Verbindung miteinander und mit dem Festlande in den Jahren 1896 bis 1899 zwei Dämme hergestellt und die abbrüchigen Ufer teils gleichzeitig mit den Dammbauten, teils in den darauf folgenden Jahren durch Steinböschungen, Buhnen und Abdämmung von Stromrinnen gegen weiteren Abbruch geschützt wurden. Ohne daß eine Verbindung mit dem Festlande hergestellt wurde, sind in den Jahren 1896 bis 1899 ferner noch Schutzwerke zur Sicherung der abbrüchigen Ufer an der Hallig Gröde-Appelland gebaut worden, die aber zugleich die Verlandung einer großen Einbuchtung an der Westseite der Hallig zur Folge haben werden. Ein Damm zur Verbindung der Insel Nordstrand mit dem Festlande wird in den nächsten Jahren zur Ausführung kommen. Fertige Entwürfe liegen noch vor für den Bau eines Dammes zwischen der Hallig Nordstrandischmoor und dem Festlande, in Verbindung mit Schutzbauten zur Sicherung der Hallig gegen weiteren Abbruch und für Schutzbauten an der Hallig Hooge. Der Entwurf für Nordstrandischmoor bildet einen Teil des Gesamtplans der Landgewinnungsarbeiten, deren gute Erfolge bei den Bauten an der Hamburger Hallig, sowie an den Halligen Oland und Nordmarsch-Langeneß bereits vor Augen liegen. Die Hallig Hooge liegt vom Festlande soweit ab, daß sie als Stützpunkt für Landgewinnungsarbeiten nicht verwertet werden kann, und daß sie viel weniger noch als die größeren Inseln mit ihren hohen Dünenketten den Deichen an der Festlandsküste einen fühlbaren Schutz gegen Sturmfluten gewähren kann, liegt auf der Hand. Aber die Hallig mit 47 Wohngebäuden, 170 Bewohnern und einer Grundfläche von reichlich 500 ha guten Marschbodens hat an sich einen bedeutenden Wert, und dieser Wert kann durch kleine und wenig kostspielige Sommerdeiche noch sehr erhöht werden, so daß die Aufwendung größerer Geldmittel für ihre Erhaltung wohl gerechtfertigt erscheint. Wie die historische Karte Abb. 9 Bl. 33 u. 34 ersehen läßt, ist die Hallig seit 1648 hauptsächlich an der Nordostseite kleiner geworden. Dort zeigt sie auch jetzt den stärksten Abbruch, der, wie der Augenschein ergibt, besonders dadurch herbeigeführt wird, daß die tiefe Stromrinne der Süderau sich hart an der nordöstlichen Halligküste hinzieht. An der Süd- und Westseite wird die Hallig durch eine hohe und breite Sandbank gut geschützt. Uferschutzbauten sind also nur oder doch hauptsächlich an der Nordostseite nötig. Sollte die Ausführung des vorgelegten Entwurfs beanstandet werden, weil die Kosten im Vergleich zu dem Wert der Hallig zu hoch sind, so dürfte zu erwägen sein, ob nicht ein recht wirksamer Schutz schon dadurch erzielt werden könnte, daß die tiefe Stromrinne der Süderau durch Einbauten von dem Halligufer abgelenkt wird und die meisten der zahlreichen Wasserläufe, welche die Hallig durchziehen, in gleicher Weise, wie es auf Nordmarsch und Langeneß geschehen ist, gegen den regelmäßigen Eintritt der Flut abgedämmt werden. Die Kosten würden sich dadurch soweit ermäßigen, daß sie zu dem wirtschaftlichen Wert der Hallig und der nach Sicherung der Ufer zu erzielenden Werterhöhung des Landes ganz ohne Zweifel in einem angemessenen Verhältnisse stehen.

Frage 2. **Welche Lehren sind in betreff der Bauart der Strand- und Dünenschutzwerke aus den Erfahrungen zu ziehen, die bei den bisher ausgeführten Bauten dieser Art gemacht worden sind?**

Nach ihrem Zweck und ihrer Bauart zu unterscheiden sind die zur Sicherung des Strandes bestimmten Schutzwerke von denen, die zur Sicherung des Fußes der anschließenden Dünen bestimmt sind. Zum Strandschutz werden Buhnen, zum Dünenschutz Parallelwerke gebaut. Die Buhnen sollen eine Abnahme des Strandes in der Höhe wie in der Breite verhindern, sie müssen deshalb in ihrer ganzen Länge dem Wellenangriff, in ihren Köpfen gegebenenfalls auch einer den Strand angreifenden Strömung widerstehen können. Die Dünenschutzwerke sollen den Fuß der Dünen gegen den Angriff der Meereswellen sichern, sie müssen deshalb die zu schützenden Uferstrecken in ihrer ganzen Länge umfassen, sich entweder nahe vor dem Dünenfuß hinziehen oder unmittelbar an ihn anlehnen und solche Höhe haben, daß selbst bei den höchsten Sturmfluten ein Überschlagen der Wellen verhindert wird.

I. Strandschutzwerke.

a) Strandbuhnen auf Wangeroog.

Die ersten Strandbuhnen an den ost- und nordfriesischen Inseln wurden in den Jahren 1818 bis 1821 bei Wangeroog ausgeführt. Ihre Lage an der Westseite der Insel ist aus der Karte Abb. 5 Bl. 52 zu ersehen. Sie wurden ganz aus Strauchwerk, ohne Steinabdeckung hergestellt. Zunächst nur die mit 1, 2 und 3 bezeichneten Werke; Nr. 1 im Anschluß an ein Packwerk, welches im Jahre 1814 zur Sicherung des Leuchtturmes an dessen Seeseite hergestellt worden war, Nr. 2 und 3 zur Durchdämmung des kleinen Priels, der sich zwischen der Insel und dem Baderiff gebildet hatte. Diese Werke wurden schon im Winter 1821/22, also gleich nach ihrer Vollendung stark beschädigt; in der hohen Sturmflut vom 3./4. Februar 1825, die große Beschädigungen an den Dünen und die Zerstörung des Leuchtturmes herbeigeführt hatte, hatten sich dagegen die Buhnen gut gehalten. In den Jahren 1832 und 1834 wurden die in der Karte mit Nr. 4 u. 5 bezeichneten Buhnen angelegt; gleichzeitig wurden die übrigen Werke erhöht, was zur Folge hatte, daß die Balje rasch aufwuchs. Das Riff rückte mehr und mehr an die Insel heran, nahm aber selbst an Breite ab und wurde zusehends niedriger. In den beiden Jahren 1839 bis 1841 hatte sich die äußere Kante des Riffs der Insel genähert, 1843 waren die Buhnen fast ganz versandet, doch wurden die Seeenden der beiden Buhnen 1 und 2 in den Jahren 1846/47 ganz freigespült und deshalb in 150 Fuß Länge aufgenommen. In den nächsten Jahren trat dasselbe auch bei den übrigen Buhnen ein, und seit 1850 scheinen sie sämtlich ganz aufgegeben zu sein.[32])

Aber nachdem die in den Sturmfluten von 1854/55 und in den darauf folgenden Jahren gemachten Erfahrungen die Notwendigkeit von Schutzwerken zur Erhaltung der Insel so

32) Die vorstehenden Angaben über die Strandbuhnen auf Wangeroog verdanke ich einer Mitteilung des Herrn Geheimen Oberbaurats Tenge in Oldenburg.

eindringlich dargelegt hatten, wurden in den Jahren 1878 bis 1880 zunächst an der Westseite, später auch an der Nordseite kräftige Dünenschutzwerke und in Verbindung damit eine Reihe von Buhnen ausgeführt. Diese neuen Buhnen, von denen einige noch unvollendet sind, unterscheiden sich von den vorhin erwähnten darin, daß sie ebenso, wie die neueren Strandbuhnen auf den preußischen ostfriesischen Inseln mit Steinen abgedeckt werden. Die in den letzten Jahren von Oldenburg gebauten Buhnen sind 8 m breit, sie erhalten am Kopf auf 30 m Länge eine Basaltdecke, im übrigen eine Abdeckung mit Sandsteinen.

b) Strandbuhnen auf Norderney.

Für die Westküste von Norderney wurde der Bau von Strandbuhnen zuerst im Jahre 1843 angeregt. Am 13. Dezember 1847 berichtet der Wasserbauinspektor in Norden, daß von den beiden auf dem Badestrande inzwischen aufgeführten Buschdämmen einer auf 85 Fuß Länge ganz weggerissen sei, nur die beiden Enden von 54 und 60 Fuß Länge seien stehen geblieben. Aber nach einem ferneren Bericht vom 16. März 1848 waren auch diese beiden Enden schon im Laufe des Winters verschwunden. Eine Erniedrigung des Strandes war trotzdem nicht eingetreten. Der Wasserbauinspektor hielt deshalb die Anwendung künstlicher Mittel für die gute Instandhaltung des Badestrandes nicht für erforderlich und riet von einer Wiederherstellung der Buhnen auch aus dem Grunde ab, weil derartige Dämme ohne schwere Steinbelastung nach seiner Meinung nicht haltbar seien. Die Generaldirektion des Wasserbaues in Hannover erklärte sich hiermit einverstanden. Desungeachtet beantragte der Wasserbauinspektor im Frühjahr 1849 „zur weiteren Erhöhung des Strandes" den Bau von zwölf Buschschlengen, die dann aber unter Hinweis auf die mit den früheren gleichen Werken gemachten Erfahrungen nicht genehmigt wurden.

Erst zehn Jahre später wurde zur Sicherung des in den Jahren 1857/58 ausgeführten Dünenschutzwerkes ein Entwurf zum Bau von Strandbuhnen wieder aufgestellt, aber diesmal wurden keine Buschdämme, sondern schwere Steinbuhnen vorgeschlagen. Fünf davon kamen in den Jahren 1861 bis 1863 zur Ausführung. Sie sind in dem Lageplan Abb. 4 Bl. 52 mit *A, B, C, D* und *D'* bezeichnet und schließen sich mit ihren Wurzelenden dem kurz vorher erbauten Dünenschutzwerk an; ihre Grundrißform, ihren Längen- und Querschnitt zeigen die Abb. 15 bis 18 Bl. 52. 1864 und 1867 wurden noch zwei Buhnen von gleicher Bauart ausgeführt. Die später, von 1873 bis 1877, erbauten Werke sind am Kopfende in dem Hauptkörper etwas schmäler, die Bermen sind durchweg nur 1,25 m breit und die Abdeckung, die bei den älteren Buhnen überall aus Quadern besteht, ist hier zum Teil aus Bruchsteinen hergestellt worden. Alle diese Buhnen haben sich insofern gut bewährt, als sie durch den Wellenschlag selbst bei den höchsten Sturmfluten nur wenig beschädigt worden sind. Nur bei den nach 1873 erbauten Buhnen der etwas leichteren Bauart haben die Kopfenden nachträglich durch die Anlage einer 2,50 m breiten Berme verstärkt werden müssen. Diese Berme ist um das halbkreisförmige Abschlußende und den 10 m langen Kopf herumgeführt und schließt, in der Breite allmählich auf 0,50 m abnehmend, in 10 m Entfernung vom Kopfende ab.

Bei den in den Jahren 1861 bis 1863 erbauten Buhnen aber hat es sich als ein folgenschwerer Mangel erwiesen, daß die Köpfe dieser Werke nur bis an die Linie des mittleren Niedrigwassers reichten und nicht, wie es von dem Aufsteller des Entwurfes, dem derzeitigen Wasserbaukondukteur Tolle in Norden vorgeschlagen war, bis zur größten Tiefe des Seegats vorgeschoben wurden. Der Entwurf war bearbeitet worden, nachdem Messungen von 1857 und 1859 ergeben hatten, daß in der Zwischenzeit eine bedeutende Abnahme des Strandes und des Seegrundes vor dem an der Westseite der Insel neuerbauten Dünenschutzwerk stattgefunden hatte, beides infolge des Angriffs, der durch die starke Ebbe- und Flutströmung des hart an der Küste vorbeifließenden Busetiefs auf den Strand und die Unterwasserböschung ausgeübt wurde. Die Buhnen hatten demnach nicht nur den Strand zu schützen, sondern mußten, um ihren Zweck zu erfüllen, auch die weitere Annäherung der Tiefe verhindern. Wenn die Stromtiefe nicht ferngehalten wurde, so war vorauszusehen, daß die dauernde Erhaltung des Strandes von den Buhnen nicht erwartet werden konnte und daß der Bestand der Buhnen selbst sehr bald gefährdet werden würde. Der in dem Tolleschen Entwurf enthaltene Vorschlag, in Verbindung mit den Strandbuhnen und zwar durch Sinkstücke, die vor den Köpfen der Buhnen verlegt werden sollten, eine Sicherung der Unterwasserböschung bis zur größten Stromtiefe herbeizuführen, war daher durchaus zweckentsprechend. Diese Arbeiten sind aber bei der Prüfung und Feststellung des Entwurfes gestrichen worden. Wahrscheinlich in der Annahme, daß der Bau über die Niedrigwassergrenze hinaus zu schwierig und zu kostspielig sein würde, eine Ansicht, die derzeit und auch später noch von hervorragenden Wasserbautechnikern vertreten wurde. Noch in dem Handbuch des Wasserbaues von Franzius und Sonne — Ausgabe von 1879 — wird, nach einigen kurzen Angaben über den Zweck der Strandbuhnen und über die bei ihrer Anlage besonders zu beachtenden Gesichtspunkte, hinsichtlich ihrer Länge folgendes bemerkt (Seite 794):

„Dem Vorspringen der Köpfe wird jedoch, wo Ebbe und Flut herrscht, fast unbedingt durch das Niedrigwasser eine Grenze gezogen, und an anderen Meeresküsten wenigstens durch die Linie des niedrigen Mittelwassers. Denn es würde unverhältnismäßig teuer kommen, noch weiter hinaus zu bauen, weil wegen der steten Brandung selbst kleine Fahrzeuge nicht unmittelbar am Strande liegen dürfen und die Herstellung von interimistischen Gerüsten, wie sie z. B. bei Molenbauten vorkommen, eben selbst schon große Kosten verursachen würde. Man ist deshalb auf die kurze Zeit des Niedrigwassers beschränkt, um an den Kopf der Buhnen ohne weitere Hilfe als etwa mit leichten Hebezeugen vom Strande und dem bereits fertigen Ende aus zu arbeiten. Bei jedem etwas stürmischen Wetter ist außerdem das Arbeiten in der Nähe der Köpfe auch bei niedrigem Wasser unmöglich."

Spätere Bauausführungen haben aber gezeigt, daß die gegen das Vorschieben der Buhnenköpfe über die Niedrigwasserlinie hinaus hier vorgebrachten Bedenken ganz unbegründet sind; die Arbeiten haben sich weder als besonders schwierig noch als unverhältnismäßig teuer erwiesen. Und die an den Norderneyer Buhnen gemachten Erfahrungen

haben ferner erwiesen, daß der Abstrich der zur Deckung der Unterwasserböschung bestimmten Arbeiten ein technischer Fehler war, der sich — wie hier gleich gezeigt werden soll — durch die viel größeren Aufwendungen, die zur Sicherung und zum Ausbau der Buhnenköpfe später notwendig geworden sind, schwer gerächt hat.

Schon in den siebziger Jahren kamen die Köpfe der Buhnen *A* bis *D* in Gefahr, durch den Stromangriff des Busetiefs unterspült zu werden. Die tiefe Stromrinne trat von Jahr zu Jahr näher an die Buhnenköpfe heran, und weil infolge davon auch der Strand zwischen den Buhnen an Höhe und Stärke abnahm, mußten die Kopfenden der Werke nicht nur nach vorne, sondern auch an den Seiten gegen Unterspülung geschützt werden. Zu dem Zweck wurden an

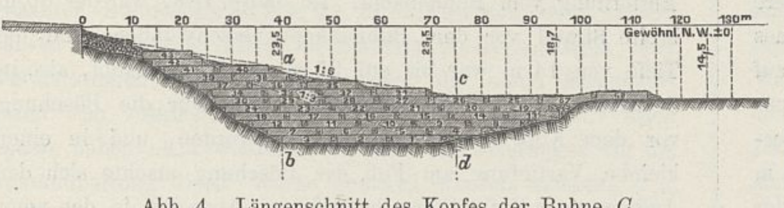


Abb. 4. Längenschnitt des Kopfes der Buhne *C*.

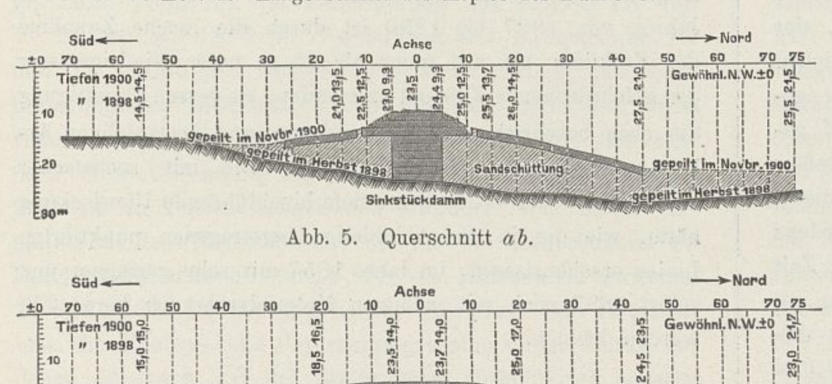


Abb. 5. Querschnitt *ab*.

Abb. 6. Querschnitt *cd*.

Abb. 4 bis 6. Ausbau der Buhne *C* auf Norderney.

den Seiten Bermen angelegt und die Böschung vor den Köpfen wurde mit Senkfaschinen abgedeckt. Eine ganze Reihe derartiger Sicherungsarbeiten ist in den siebziger und achtziger Jahren zur Ausführung gekommen. Aber damit wurde die Gefahr auf die Dauer nicht abgewandt. Im Jahre 1892 mußten zur Sicherung des einen Buhnenkopfes *C* wieder 25000 ℳ aufgewendet werden, und im Januar 1897 hatte sich vor dieser Buhne ein 27 m unter Mittelniedrigwasser tiefer Kolk gebildet, der den Bestand der Buhne derart gefährdete, daß für die zur vorläufigen Sicherung notwendigen Arbeiten 90000 ℳ verausgabt werden mußten. Noch in demselben Jahre wurde ein Entwurf zum Ausbau von vier Buhnenköpfen — außer von *C* auch von *B*, *D* und *E* — aufgestellt und genehmigt, dessen Kosten auf 1350000 ℳ veranschlagt waren (s. Abb. 5 Bl. 31 u. 32). Nach diesem Entwurf sollten die Köpfe in den Längsrichtungen der Buhnen mit dreifacher Böschung bis zur vollen Stromtiefe herabgeführt werden, sie sollten auch dreifache Seitenböschungen erhalten und mit Ausnahme der kleinen über Niedrigwasser liegenden Teile der Kronen ganz aus Senkfaschinen hergestellt werden. Kurz vor dem Beginn der Ausführung wurde aber der Entwurf auf Veranlassung des Verfassers dieser Schrift noch in der Weise abgeändert, daß die Köpfe im Längenschnitt der Buhnen anstatt der in Aussicht genommenen dreifachen eine sechsfache Böschung erhielten und der Ausbau anstatt durch Senkfaschinen durch planmäßig herzustellende und zu verlegende Sinkstücke vorgesehen wurde. Von seiten der örtlichen Bauverwaltung wurden gegen diese Bauweise zunächst noch Bedenken erhoben, die hervorgegangen waren aus der schon erwähnten Anschauung, daß das Verlegen von Sinkstücken an der gegen Strömung und Wellenschlag ganz ungeschützten Baustelle und in der großen Tiefe sehr schwierig sein werde. Durch einige an Ort und Stelle vorgenommene Versuche wurde aber nachgewiesen, daß diese vermeintlichen Schwierigkeiten in Wirklichkeit nicht von Belang waren und von der Durchführung des neuen Entwurfes nicht abhalten konnten. Die Erwägungen, die zur Abänderung des Entwurfes geführt hatten, waren teils technischer, teils geldlicher Natur. In technischer Beziehung mußte es nach den auf Norderney schon gemachten Erfahrungen mindestens recht zweifelhaft erscheinen, ob die aus großen Haufen von Senkfaschinen zusammengeschütteten Buhnenköpfe die Angriffe von Strömung und Wellenschlag würden aushalten können. Außerdem konnte eine wesentliche Abschwächung des Stromangriffs auf die Uferböschung zwischen den Werken und auf den Strand von ihnen nicht erwartet werden, weil die Kopfböschungen zu steil waren, so daß, wie die Abb. 5 Bl. 31 u. 32 zeigt, der Fuß des Kopfes bei der am meisten gefährdeten Buhne *C* mit der größten Kolktiefe zusammenfiel. Um die Buhnenköpfe widerstandsfähiger zu machen, wurde in dem abgeänderten Entwurf die Verwendung von Sinkstücken in Aussicht genommen; um die Stromtiefe weiter vom Ufer abzudrängen, den vorhandenen tiefen Kolk möglichst zu beseitigen und neue Kolkbildungen zu vermeiden, wurde für die Kopfböschung anstatt der dreifachen eine sechsfache Anlage vorgesehen. Dadurch wurde, wie die Abb. 5 Bl. 31 u. 32 ersehen läßt, erreicht, daß der Kolk in seiner ganzen Breite durchbaut wurde und der Fuß des Kopfes *C* anstatt nach dem ursprünglichen Entwurf in der Kolktiefe von 24 m in der mittleren Sohltiefe des Flußbettes von rund 14 m auslief. Der Buhnenkopf war demnach bedeutend länger geworden, und diese Verlängerung würde, wenn die in dem ursprünglichen Entwurf vorgesehenen Querschnittsverhältnisse beibehalten worden wären, eine sehr beträchtliche Zunahme des kubischen Inhalts des einzubauenden Faschinenkörpers und mithin auch eine entsprechende Erhöhung der Kosten zur Folge gehabt haben. Um diese zu vermeiden, mußte eine Beschränkung der Breitenabmessungen ins Auge gefaßt werden, und die Prüfung der Frage, wie solche am zweckmäßigsten herbeigeführt werden könne, führte zu dem Entwurf, der in den Text-Abb. 4 bis 6 im Längenschnitt und in zwei Querschnitten dargestellt ist. Der neue Entwurf geht von dem Gedanken aus, daß eine wesentliche Verringerung in der Breite und dem kubischen Inhalt des einzubauenden Faschinenkörpers durch eine Zuschüttung des Kolkes mit Boden zu erreichen sei und daß diese Zuschüttung trotz der dazu erforderlichen großen Bodenmenge sich bedeutend billiger stellen werde, als die Durchbauung des

Kolkes mit Sinkstücken von Faschinen. Aber es konnte zweifelhaft sein, ob der angeschüttete Boden nicht durch die Ebbe und Flutströmung in kurzer Zeit wieder weggeführt werden würde und ferner, ob er sich fest genug ablagern würde, um den neuen Buhnenkopf tragen und den während und nach der Vollendung des Baues auf ihn einwirkenden Stromkräften widerstehen zu können. Um in beiden Richtungen möglichste Sicherheit zu erlangen, wurde in dem Entwurfe vorgesehen, den Kolk nicht nur mit Baggerboden auszufüllen, sondern in der Mittellinie des Buhnenkopfes mit einem schmalen aus Sinkstücken herzustellenden Faschinendamm zu durchbauen. Dem Sinkstückbau fiel dabei die doppelte Aufgabe zu, den Bodenschüttungen Schutz gegen die Stromangriffe zu gewähren und den Kern des über ihm zu errichtenden Buhnenkopfes gegen größere Versackungen zu sichern. Die Breite des Sinkstückdammes wurde entsprechend der Kronenbreite des Buhnenkopfes auf 10 m und seine Höhe so bemessen, daß die Krone auf ungefähr gleiche Höhe gelegt wurde mit der Sohle des Seetiefs vor und zu den Seiten des Kolkes, auf rund 14 m unter Mittelniedrigwasser. Bis zu derselben Höhe wurde der Kolk auch mit Boden ausgefüllt und zwar mit Sand, der an dem jenseitigen Ufer des Busetiefs, an dem östlichen Abhang des Strandes der Insel Juist durch Baggerung gewonnen wurde. Bei der Bauausführung wurde darauf gehalten, daß die Bodenschüttung mit dem Dammbau ungefähr gleichen Schritt hielt, so daß größere Höhenunterschiede, von denen stärkere Ausspülungen des eingeschütteten Bodens befürchtet werden mußten, vermieden wurden und zur Zeit der Vollendung des Dammes auch die Bodenschüttung soweit gediehen war, daß der Aufbau des Buhnenkopfes sich dem Dammbau unmittelbar anschließen konnte. In den drei Jahren 1898 bis 1900 kamen die Arbeiten an den vier Buhnenköpfen *B*, *C*, *D*, *E* nach Maßgabe des abgeänderten Entwurfes zur Ausführung. Besondere Schwierigkeiten sind dabei nicht hervorgetreten. Zu beiden Seiten des Buhnenkopfes *C* mußte nur noch nachträglich eine Abdeckung durch Sinkstücke vorgenommen werden, weil die bald nach der Vollendung vorgenommenen Peilungen ergeben hatten, daß dort in dem aufgeschütteten Boden kleine Vertiefungen entstanden waren. Die Lage und Breite dieser Sinkstücke ist in den Querschnitten Text-Abb. 5 und 6 angegeben. Die Gesamtbaukosten mit Einschluß der Kosten für die eben erwähnte Seitenabdeckung haben 562450 ℳ betragen; im Vergleich zu den auf 1350000 ℳ veranschlagten Kosten des ersten Entwurfes sind demnach 787550 ℳ erspart worden.

In betreff der Wirkung dieser neuen Buhnenköpfe haben die seit ihrer Vollendung alljährlich vorgenommenen Peilungen ergeben, daß der Zweck, den Strom vom Inselufer abzulenken und die starken Wirbel mit ihren zerstörenden Einwirkungen auf den Strand zu beseitigen, erreicht worden ist. Die Tiefe im Stromschlauch vor den Buhnenköpfen hat sich wenig verändert und neue Kolkbildungen sind nicht eingetreten. Der Strand zwischen den Buhnen hat an Höhe und stellenweise auch an Breite zugenommen. Die Sandbank am gegenüberliegenden Juister Ufer ist nicht nur nicht vorgerückt, wie es in den Jahren vorher regelmäßig geschehen war, sondern in Abbruch gekommen.

Um zu zeigen, daß der Schutz des Strandes und der Buhnenköpfe gegen die Stromangriffe des Busetiefs sehr viel weniger Kosten erfordert haben würde, wenn nach dem Vorschlage von Tolle gleich bei der ersten Anlage der Buhnen eine Sicherung der Unterwasserböschung bis zur größten Stromtiefe herbeigeführt worden wäre, ist in der Abb. 3 Bl. 51 dargestellt worden, wie sich die Tiefen vor dem Kopf der Buhne *C* von 1857 bis 1896 verändert haben. Die Abbildung enthält den Querschnitt des Uferabhanges in der Richtung der Buhne nach Peilungen von 1857, 1887 und 1896. Danach war im Jahre 1857 vor dem Buhnenkopf noch ein reichlich 50 m breiter Strand und das Strombett hatte unter Niedrigwasser auch eine ziemlich flach abfallende Böschung; eine Tiefe von 14 m fand sich erst in 150 m Entfernung vom Buhnenkopf. Im Jahre 1887 war der 50 m breite Strand vor dem Buhnenkopf verschwunden, und die Tiefe von 14 m war bis auf 25 m vom Buhnenkopf, also in 30 Jahren um 125 m vorgerückt, auch war die Böschung vor dem Kopf schon recht steil geworden, und in einer kleinen Vertiefung am Fuß der Böschung machte sich der Anfang einer Kolkbildung bemerkbar. Aber erst in den neun Jahren von 1887 bis 1896 ist durch die rasche Zunahme der Kolktiefe bis auf mehr als 25 m unter Niedrigwasser der gefahrdrohende Zustand entstanden, zu dessen Beseitigung die eben beschriebenen umfangreichen und kostspieligen Arbeiten ausgeführt werden mußten. Die mit sechsfacher Böschung bis zur vollen Stromtiefe hinabführende Uferdeckung hätte, wie die in die Abbildung eingetragenen punktierten Linien ersehen lassen, im Jahre 1857 mit sehr geringem und selbst 1887 noch mit mäßigem Materialverbrauch hergestellt werden können.

c) Strandbuhnen auf Borkum.

Auf Borkum wurden die ersten vier Strandbuhnen in den Jahren 1869 bis 1872 gebaut. Sie sind in dem Lageplan Abb. 1 Bl. 52 mit I bis IV bezeichnet, ihren mittleren Querschnitt zeigt die Abb. 7 Bl. 52. Sowohl der Hauptkörper als die beiden Bermen bestanden aus einem mit Quadern abgedeckten Faschinenpackwerk; sie waren am Kopfende etwas breiter als an der Wurzel, die Breite des Hauptkörpers betrug am Kopfende 5,80 m, am Wurzelende 4,70 m, die der beiden Bermen 1,80 und 1,20 m. Im Jahre 1873 wurde dann noch eine fünfte Buhne von gleicher Bauart und eine sogenannte Hilfsbuhne gebaut, letztere nach dem im Abb. 8 Bl. 52 dargestellten Querschnitt, also ähnlich wie die Hauptbuhne, nur von wesentlich geringerer Breite. Aber schon im Herbst 1873 wurden alle diese Buhnen durch eine nur als „mäßig hoch" bezeichnete Sturmflut hinterspült und mehr oder weniger stark beschädigt. Um weitere Hinterspülungen und Verluste an den Dünen zu verhindern, wurde 1874 mit dem Bau von Dünenschutzwerken vorgegangen; um die Buhnen widerstandsfähiger zu machen, wurden sie nach und nach sämtlich umgebaut und durch Anlage neuer Bermen verbreitert. Sie erhielten dadurch die in den Abb. 9 und 10 Bl. 52 dargestellten Querschnittsformen, nach welchen bis zum Jahre 1877 auch noch einige neue Buhnen — eine Haupt- und fünf Hilfsbuhnen — gebaut wurden. Die als Hilfsbuhnen bezeichneten Werke wurden nachträglich zwischen die zuerst erbauten Werke eingeschoben, nachdem es sich herausgestellt

hatte, daß diese für sich allein nicht haltbar waren und zu einem wirksamen Schutz der Strandflächen nicht genügten. In den Jahren 1879 und 1887 bis 1892 wurden dann die Buhnen VII bis XIII des Lageplanes ungefähr in der Bauweise ausgeführt, die sich auf Norderney schon seit Anfang der sechziger Jahre bewährt hatte. Ihr Grundriß und ihre Querschnitte sind in den Abb. 11 bis 14 Bl. 52 dargestellt. Für die beiden letzten in den Jahren 1893/94 ausgeführten Buhnen XIV und XV wurden wieder schwächere Querschnitte gewählt, weil diese einem weniger starken Wellenschlage ausgesetzt sind und deshalb eine geringere Kronenbreite für zulässig erachtet wurde. Von allen diesen Buhnen haben nur die nach dem Muster der Norderneyer erbauten sich als haltbar erwiesen. An den bis 1877 um- und neugebauten Buhnen (Abb. 9 u. 10 Bl. 52) mußten schon in den Jahren 1878 bis 1880 bedeutende Ausbesserungen und Verstärkungen vorgenommen werden, die einen Kostenaufwand von zusammen rund 121000 ℳ erforderten. Auch später haben noch wiederholt größere Aufwendungen für die Instandhaltung dieser Werke gemacht werden müssen, u. a. im Jahre 1883 für die Verbreiterung der Buhnen III und IV 28000 ℳ, 1885 für Verstärkung der Buhnenköpfe III und VI 16000 ℳ, 1886/87 für Verbreiterung und Ausbesserung der Hilfsbuhne IV 30700 ℳ. Jede der sechs Haupt- und sechs Hilfsbuhnen hat in dem ersten Jahrzehnt nach ihrer Vollendung im jährlichen Durchschnitt mehr als 2000 ℳ an Unterhaltungskosten erfordert. Das ist im Verhältnis zu den Neubaukosten, die für die Hauptbuhnen im Durchschnitt etwa 30000 ℳ, für die Hilfsbuhnen zwischen 11 und 18000 ℳ betragen haben, sehr viel. Und vergleicht man die Neubau- und Unterhaltungskosten dieser Werke mit denen der nach Art der Norderneyer ausgeführten neueren Buhnen VII bis XIII, so ergibt sich daraus, daß die Summe beider sich für die letzteren niedriger stellt als für die ersteren. Die neueren Buhnen haben zwar in der ersten Anlage 40 bis 45000 ℳ gekostet, aber sie kosten sehr wenig zu unterhalten. Wenn außerdem berücksichtigt wird, daß ihre größere Haltbarkeit zugleich eine vermehrte Gewähr dafür bietet, daß Auskolkungen oder Abspülungen im Strande vermieden werden, so kann es nicht zweifelhaft sein, daß sie den älteren vor 1877 erbauten Werken vorzuziehen sind.

d) Strandbuhnen auf Baltrum.

Auf Baltrum wurde mit dem Bau von Strandbuhnen im Jahre 1873 begonnen. Die zum Schutz des westlichen Inselstrandes gegen die Angriffe der Wichter Ee bis 1878 ausgeführten fünf Werke — *A* bis *E* des Lageplanes, Abb. 3 Bl. 52 — sind von gleicher Bauart wie die Strandbuhnen auf Norderney, die drei älteren *A*, *B* und *C* sind ganz mit Quadern, die beiden anderen zum Teil mit Bruchsteinen abgedeckt. Sie schließen sich mit ihren Wurzelenden an das in den Jahren 1873 bis 1875 ausgeführte Dünenschutzwerk an. Die in dem Lageplan ferner angedeuteten Buhnen *F* bis *K* und *N* am Nordstrande wurden 1884 bis 86 und 1889, *L* und *M* am Südweststrande 1887/88 und zwar sämtlich ebenfalls im Anschluß an die gleichzeitig ausgeführten Verlängerungen des Dünenschutzwerkes angelegt.

Mit den zuerst angelegten Buhnen A, *B* und *C* wurden schon während der Bauausführung schlimme Erfahrungen gemacht, wogegen, wie hier gleich bemerkt werden soll, alle übrigen, die dem Stromangriff der Wichter Ee nicht ausgesetzt sind, sich bisher gut gehalten haben. Die im Jahre 1873 erbaute Buhne *A* sollte nach dem Entwurf eine Länge von 180 m erhalten, sie konnte aber infolge zunehmender Verschlechterung des Strandes nur 135 m lang ausgeführt werden und wurde, noch bevor sie ganz fertig war, mitsamt eines am Wurzelende der Buhne gleichzeitig hergestellten 50 m langen Dünenschutzwerkes im Herbst 1873 durch eine Sturmflut vollständig zerstört. In den beiden folgenden Jahren wurden zuerst die Buhnen *B* und *C* in 165 und 138 m Länge angelegt und dann die Buhne *A* etwas südlich von ihrer alten Lage in 125 m Länge wieder hergestellt. Aber schon im Frühjahr 1875 hatte der tiefe Stromschlauch der Wichter Ee sich dem Strande soweit genähert, daß vor dem Kopf der Buhne *C* bei Niedrigwasser 3 m Wassertiefe vorhanden war und auch der Strand zwischen den Buhnen an Höhe und Breite verloren hatte. Im Jahre 1876 wurde deshalb der Kopf der Buhne *B* ringsum durch Anlage einer Berme verstärkt; bei Buhne *C* behalf man sich damit, den Kopf durch eine Senkfaschinenanlage zu decken, weil die inzwischen eingetretenen großen Tiefen eine Bermenanlage wie bei *B* nicht mehr gestatteten. Aber diese Verstärkungen erwiesen sich bald als ganz ungenügend. Denn schon durch die erste größere Sturmflut am 30./31. Januar 1877 wurden nicht nur beide Buhnenköpfe völlig zerstört, sondern auch das Dünenschutzwerk hinter den Buhnen und der Strand stark beschädigt. Und nachdem im Laufe des Jahres die Schäden ausgebessert, die Buhnen abermals durch Seitenbermen verstärkt und zum Schutz des Strandes zwischen den Buhnen *C*, *A* und *B* noch zwei kleine Zwischenbuhnen angelegt worden waren, führten schon die Sturmfluten im Herbst und Winter 1877/78 wiederum starke Beschädigungen herbei. Die Köpfe von *A*, *B*, *C* und der im Jahre 1876 neu erbauten Buhne *D* waren derart angegriffen, daß sie mit einem Kostenaufwand von 54600 ℳ durch Vorlegen von Senkfaschinen gesichert werden mußten. Infolge der starken Abnahme des Strandes ragten die Buhnen *A*, *B* und *D* mit ihren Hauptkörpern so hoch über den Strand heraus, daß zu ihrer Sicherung gegen seitliches Umkippen eine zweite Bermenanlage notwendig wurde. Die dafür erwachsenen Kosten betrugen rund 25000 ℳ. Nachdem diese Arbeiten in den Jahren 1878/79 ausgeführt waren, mußten die Buhnen *A*, *C* und *D* im Jahre 1880 nochmals durch Bermen verstärkt und zwischen *C* und *D* außerdem eine neue Hilfsbuhne *D'* eingelegt werden. Die nächsten größeren Zerstörungen an den Buhnen entstanden durch die Sturmflut vom 13. Dezember 1883. Zur Sicherung der beschädigten Buhnenköpfe wurden jetzt vor den Köpfen alte mit Senkfaschinen und Steinen gefüllte Schiffe versenkt, um den Senkfaschinenschüttungen am Fuße feste Stützpunkte zu geben. Der Kopf der Buhne *A* mit den davor versenkten Schiffen ist in der Abb. 2 Bl. 52 dargestellt. Die Schiffe waren 15 bis 17 m lang und 3 bis 4 m breit. Für diese — nebenbei bemerkt recht unzweckmäßigen — Sicherungsarbeiten wurden bei den Buhnen *A*, *B* und *C* im Durchschnitt 67820 ℳ, bei *D* in der Zeit von 1878 bis 1892 164575 ℳ verausgabt. Trotz dieser großen Aufwendungen wurde im Mai 1898 ein auf 1170000 ℳ veranschlagter Entwurf vorgelegt, worin

ein Ausbau der Buhnenköpfe in derselben Weise vorgesehen war, wie in dem ein Jahr vorher vorgelegten ersten Entwurf für Norderney. Die Köpfe der Buhnen *A* bis *D* sollten nach vorn und an den Seiten dreifache, aus Senkfaschinen herzustellende Böschungen erhalten und zwei von ihnen zur Gewinnung einer regelmäßigen Streichlinie etwas verkürzt werden. Dieser Entwurf ist in ähnlicher Weise wie kurz vorher der erste Entwurf für den Ausbau der Norderneyer Buhnenköpfe umgearbeitet worden. Die Köpfe haben demgemäß flachere Vorderböschungen, aber steilere Seitenböschungen erhalten, und der Ausbau ist anstatt durch Anwerfen von Senkfaschinen durch planmäßig hergestellte und verlegte Sinkstücke erfolgt. Die Kosten haben sich dadurch auf 235000 ℳ ermäßigt.

Bei einem Rückblick auf die vorstehende Baugeschichte der vier Strandbuhnen drängt sich unwillkürlich die Frage auf, ob nicht die zahlreichen Zerstörungen, die trotz aller Um- und Verstärkungsbauten immer wieder vorgekommen sind und die immer aufs neue kostspielige Arbeiten zur Sicherung der Werke notwendig gemacht haben, durch eine zweckmäßigere Anlage der Bauwerke hätten vermieden werden können. Schon bei dem Beginn der Bauten mußte es auffallen, daß die erste kaum fertige Buhne, obgleich sie nach einem auf dem benachbarten Norderney seit vielen Jahren bewährten Muster ausgeführt war, gleich durch die erste größere Sturmflut weggerissen wurde. Und es lag recht nahe, aus diesem Vorfall für den Weiterbau nützliche Lehren zu ziehen. Daß die so schnelle und so gründliche Zerstörung der Buhne in besonderen örtlichen Verhältnissen ihren Grund haben mußte, war im Hinblick auf die Erfahrungen, die mit ganz gleichartigen Werken auf Norderney gemacht worden waren, unverkennbar. Es war deshalb zu untersuchen, worin diese für den Bestand der Buhnen so gefährlichen Verhältnisse bestanden, und weiter zu prüfen, ob die Durchführung des für den Strand- und Dünenschutz aufgestellten Entwurfes danach noch empfohlen werden könne, oder ob und welche Abänderungen notwendig seien. Eine eingehende Erörterung dieser Fragen hätte zu der Erkenntnis führen müssen, daß es an der Westseite von Baltrum nicht, wie an den meisten anderen Küstenstrecken der ostfriesischen Inseln, allein der Wellenschlag ist, der den Strand angreift, sondern hauptsächlich die Flut- und Ebbeströmung in dem hart an der Inselküste liegenden tiefen Stromschlauch der Wichter Ee, ganz so, wie an der Westküste von Norderney, wo Tolle bei der Aufstellung des Entwurfs für die in den Jahren 1861 bis 1863 ausgeführten Buhnen diese Verhältnisse richtig erkannt hatte, daß demnach die zu erbauenden Schutzwerke nicht nur als Strandbuhnen, sondern zugleich und in erster Linie als Stromwerke zum Schutz der Uferböschung angesehen werden mußten. Als Stromwerke hatten sie die Aufgabe, die weitere Annäherung des tiefen Stromschlauches zu verhindern; die Köpfe der Buhnen mußten deshalb in eine regelmäßig geformte schlanke Streichlinie gelegt und mit möglichst flacher Böschung bis zur vollen Stromtiefe herabgeführt werden. Dadurch wären zugleich die tiefen Auskolkungen vermieden worden, die eine so starke Abnahme in der Breite und Höhe des Strandes zur Folge hatten und die Erhaltung der Buhnen so wesentlich erschwert und verteuert haben. Die flachen Kopfböschungen hätten sich in den Jahren 1873 und 1874, als die ersten Buhnen gebaut wurden, und wie die in den Abb. 4 u. 5 Bl. 51 dargestellten beiden Stromprofile zeigen, sogar im Jahre 1875 noch ohne große Kosten herstellen lassen. Denn 1875 waren die Tiefen vor den Buhnenköpfen noch so gering, daß, wie die beiden Schnittzeichnungen ersehen lassen, die Herstellung und Befestigung selbst einer zehnfachen Böschung nur wenig Arbeit erfordert haben würde. Im Jahre 1878 hatten dagegen, wie aus denselben Abbildungen hervorgeht, die Buhnenköpfe schon 14 bis 15 m zurückgezogen werden müssen, und an den Stellen, wo vor drei Jahren die Köpfe geendigt hatten, waren 8 bis 9 m Wassertiefe. Damals hätte die Anlage flach geböschter Buhnenköpfe schon recht beträchtliche Kosten erfordert, in der Zeit bis 1875 aber würde zum Schutz der Unterwasserböschung gegen weitere Abspülung eine einfache Sinkstückabdeckung von etwa 10 m Breite und 1 m Dicke genügt haben. Denkt man sich diese Abdeckung in zehnfacher Böschung überall bis zur derzeitigen größten Sohlentiefe von 10 m herabgeführt und rechnet man dazu noch ein Stück Sohlenabdeckung von etwa 20 m Länge, so stellt sich der Körperinhalt der dazu erforderlichen Sinkstücke auf $120 \cdot 10 \cdot 1 = 1200$ cbm. Die Kosten einer solchen Abdeckung würden mit Einschluß der zur Belastung der Sinkstücke wie zur Ausfüllung der Fugen und Ausgleichung kleiner Unebenheiten erforderlichen Steine höchstens etwa 20 ℳ für 1 cbm, mithin für 1200 cbm 24000 ℳ betragen haben, für die vier Buhnenköpfe zusammen also rund 100000 ℳ.

Daß eine solche Böschungsabdeckung ein geeignetes Mittel gewesen wäre, die Annäherung der Tiefe und die großen Auskolkungen vor den Buhnenköpfen mit ihren schädlichen Einwirkungen auf die Breite und Höhe des Strandes zu verhindern, ist nach den an anderen Stellen unter ähnlichen Verhältnissen gemachten Erfahrungen nicht zweifelhaft. Alle zur nachträglichen Sicherung der Buhnenköpfe notwendig gewordenen Arbeiten — also besonders die von 1878 bis 1892 ausgeführten Schiffsversenkungen und Senkfaschinenschüttungen und die in den Jahren 1900 und 1901 ausgeführten Sinkstückbauten mit einem Kostenaufwand von zusammen rund 600000 ℳ — und ein großer Teil der seitlichen Verstärkungen, die wegen der zunehmenden Erniedrigung des Strandes an den Buhnen vorgenommen werden mußten, hätten durch rechtzeitigen Schutz der Unterwasserböschung gegen den Stromangriff erspart werden können.

e) Strandbuhnen auf Spiekeroog.

Auf Spiekeroog kamen von 1873 bis 1883 zwölf Strandbuhnen zur Ausführung. In dem Lageplan Abb. 6 Bl. 52 sind die sechs ersten bis 1877 gebauten mit *A* bis *F*, die in den späteren Jahren ausgeführten mit *AA* bis *AF* bezeichnet. Ihre Querschnitte sind in den Abb. 19 u. 20 Bl. 52 dargestellt. Sie stimmen in ihrer Bauart ganz annähernd mit den auf Borkum zuerst angelegten Buhnen überein, sind nur, wie die Querschnitte ersehen lassen, etwas weniger breit und haben in dem Hauptkörper, abweichend von Borkum, eine schwache Wölbung. Die zuerst ausgeführten Werke sind im Hauptkörper 3,50 m und mit den beiden seitlichen Bermen 6 m breit, die neueren im Hauptkörper und auch im ganzen um 0,5 m schmäler. Die Baukosten haben für jede Buhne im

Durchschnitt rund 30000 ℳ betragen. Aber ebenso, wie für die gleichartigen Werke auf Borkum, haben für die Sicherung und Verstärkung dieser Buhnen große Aufwendungen gemacht werden müssen, bis 1888 rund 220000 ℳ. Nach 1888 war eine starke Erhöhung des Strandes eingetreten, so daß die Buhnen bis zum Herbst 1894 ganz unter Sand lagen. Sie wurden erst nach der Sturmflut vom 22./23. Dezember 1894 wieder sichtbar, dann aber auch gleich durch die Sturmfluten der folgenden Jahre wieder ziemlich stark beschädigt, so daß ihre Ausbesserung im Jahre 1898 einen Kostenaufwand von 26300 ℳ erforderte.

(Schluß folgt.)

Die Eisenbahnanlagen Bombays.

Von Regierungsbaumeister Dr.-Ing. Blum und E. Giese.

(Mit Abbildungen auf Blatt 53 und 54 im Atlas.)

Einleitung.

Lage und Bedeutung der Stadt.

Bombay ist zwar nicht die Hauptstadt des indischen Kaiserreichs und wird auch in der Zahl der Einwohner von Kalkutta übertroffen; es ist aber der wichtigste Hafen, die bedeutendste Handels- und Industriestadt und einer der ersten Eisenbahnknotenpunkte. Seine Größe verdankt Bombay seinem guten Hafen und seiner bevorzugten Lage. Indien ist äußerst arm an guten Häfen. Die ganze Ostküste hat überhaupt keinen natürlichen sicheren Hafen für große Schiffe; Madras hat jetzt mit großen Opfern ein künstliches Hafenbecken erhalten, das aber auch nicht ganz sturmsicher ist, und Kalkutta mit einem guten Dockhafen liegt etwa 150 km landeinwärts an dem Hooghlyfluß, der wegen der zahlreichen Zyklone und der ständig wechselnden Untiefen als die gefährlichste Schiffahrtstraße auf der ganzen Welt gilt. Im Süden Vorderindiens hat der Hafen Tuticorin eine so schlechte Reede, daß die Schiffe 8 km vom Lande ankern müssen. An der Nordwestküste liegen im Mündungsgebiet des Indus einige leidliche Hafenplätze, die aber zurzeit nur für ihr unmittelbares Hinterland Bedeutung haben. Die französischen und portugiesischen Häfen sind bei der engherzigen, abschließenden Politik kaum unter den indischen Häfen zu nennen.

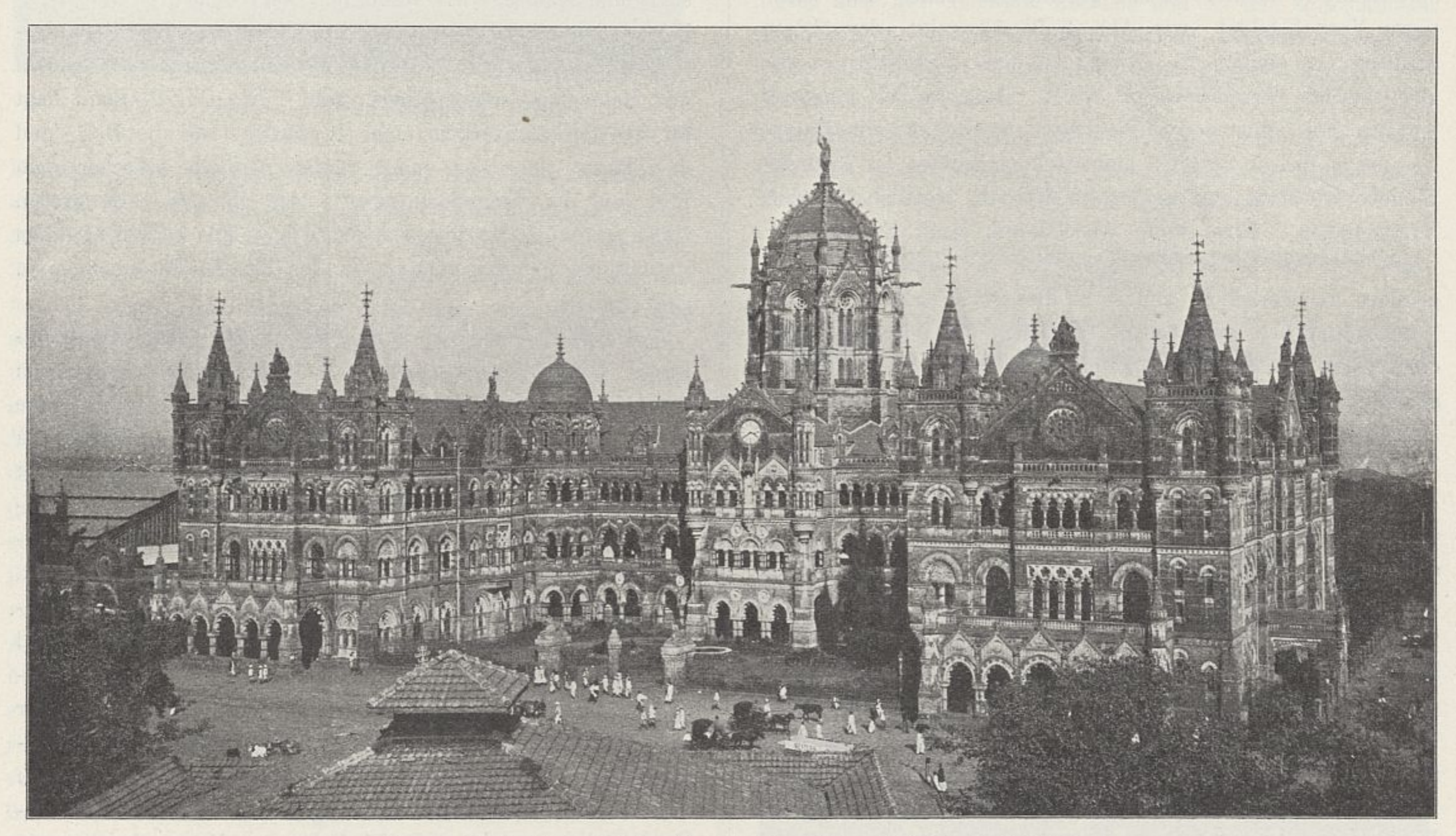


Abb. 1. Viktoriabahnhof der Great Indian Peninsula-Bahn in Bombay.

Bei so ungünstigen Gesamtverhältnissen ist es nicht zu verwundern, daß der gute natürliche Hafen Bombays viel Zuspruch findet. Dazu kommt seine bevorzugte Lage zu den Welthandelsstraßen, besonders zu Europa. Bombay ist Ausgangspunkt für die indisch-europäische Post von ganz Vorderindien und hat eine wöchentliche Verbindung mit London durch Postdampfer nach Port-Said, Schnelldampfer von Port-Said nach Brindisi und Sonderzüge von Brindisi nach London. Außer seiner Bedeutung als Handelsstadt gehört Bombay zu den bedeutendsten Industriestädten Vorderindiens. Es ist vor allem Sitz der Baumwollspinnereien, die sich von zehn Fabriken im Jahre 1870 jetzt auf über 100 mit etwa 120000 Arbeitern vermehrt haben. Die Zahl seiner Ein-

wohner beträgt etwa 1 Million, von denen 550000 Hindus, 160000 Mohammedaner, 50000 Christen und 50000 Parsen sind. Letztere, die Nachkommen der von den Mohammedanern vertriebenen Perser und Anhänger der Lehre des Zoroaster, sind die bedeutendsten und reichsten Kaufleute und Industriellen.

Der Bedeutung der Stadt entspricht die Pracht und Größe seiner Gebäude. Sie verdient wahrlich den Namen „Stadt der Paläste“, und ihre öffentlichen Bauten, die fast ausschließlich in der eigenartigen Vereinigung des englisch-gotischen Stils mit der indisch-mohammedanischen Baukunst gehalten sind, suchen an Größe und Wirkung der Gesamterscheinung selbst in Europa ihresgleichen.

Die Lage Bombays erinnert in gewisser Beziehung an die von Neuyork (vgl. Abb. 5 Bl. 53). Die Stadt liegt auf der südlichen, dreieckförmig zulaufenden Spitze einer großen Insel, die durch seichte, jetzt von Eisenbahn- und Straßendämmen durchschnittene Meeresarme vom Festland getrennt ist. Die Stadt gliedert sich, ihrer geschichtlichen Entwicklung entsprechend, in mehrere scharf geschiedene Teile. Das wichtigste Viertel bildet, wie Abb. 4 Bl. 53 zeigt, der älteste Stadtteil, das enggebaute „Fort“, das einst stark befestigt war und jetzt das Geschäftsviertel bildet. Da lange Zeit hindurch um das Fort eine Zone freigehalten wurde und die Eingeborenen in diesem Stadtteil nicht wohnen durften, so liegt die Eingeborenenstadt abgesondert im Norden, westlich von den Hafenanlagen. Eine weite Ausdehnung nach Norden war wegen des hier selbst für Eingeborene zu ungesunden Untergrundes nicht möglich, und so ist dies Stadtviertel mit hohen Mietkasernen sehr eng bebaut, in denen die Bevölkerung in einer jeder Beschreibung spottenden Weise dicht zusammengedrängt wohnt, so daß man sich nicht zu verwundern braucht, wenn jedes zweite Haus das Pestzeichen trägt. Nachdem Indien genügend „beruhigt“ schien, hat man die Bebauung der „freien Zone“ gestattet, und es ist hier zwischen dem Fort und der Eingeborenenstadt unter prächtigen Parkanlagen die „Stadt der Paläste“ entstanden, die die großen Verwaltungsgebäude enthält. Der südlichste Teil der Insel, Colaba genannt, wird von Baumwollspinnereien, großen Lagerhäusern und Hafenanlagen eingenommen. Von den Vororten enthält Malabar-Hill[1]) die Villen der Europäer und Parsen, während in den sich rasch entwickelnden, nördlich der ungesunden Zone liegenden Vororten Eingeborene wohnen.

Den Hafen von Bombay bildet nicht etwa die auf der Westseite nach dem offenen Meere zu liegende Backbai, da diese mit ihrem flachen ungeschützten Strand selbst für kleine Schiffe unzugänglich ist; der Hafen liegt vielmehr an der Ostseite und besteht aus einem kleineren südlichen Teil und den nördlich gelegenen großen Dockbecken; es wird aber allmählich das ganze Ostufer zu Hafenanlagen ausgebaut werden.

I. Die Lage der Eisenbahnen und ihrer Stationen zur Stadt.

Bombay bildet den Ausgangspunkt von drei wichtigen Eisenbahnlinien: die der Bombay-Baroda- und Central India-Eisenbahn (B. B.- und C. I.-Bahn[2]) gehörige Linie nach Norden eröffnet über Ahmedabad—Jeypore—Delhi den Zugang zu der reichen Ebene des Ganges. Die zur Great Indian Peninsula-Eisenbahn (G. I. P.-Bahn[2]) gehörende Linie nach Kalkutta bildet die kürzeste Verbindung nach der Hauptstadt und nach Bengalen und erschließt in ihren nördlichen Seitenlinien ebenfalls das Tal des Ganges. Die dritte Bahn dient über Raichur—Madras zur Verbindung mit Südindien; sie gehört bis Raichur ebenfalls der G. I. P.-Bahn und zweigt bei Kalyan, 52 km von Bombay, von der Linie nach Kalkutta ab.

Da die beiden Bahnen vollkommen getrennte Verkehrsgebiete haben, so stehen sie nicht in Wettbewerb, sondern arbeiten in Bombay besonders im Güterumschlagverkehr zusammen und benutzen viele Güterverkehrsanlagen gemeinsam. Beide Linien dringen von Norden her in die Stadt vor und berühren sich etwa 8 km vom Fort entfernt, um sich dann wieder zu trennen und selbständig in die Stadt einzumünden. An der Berührungsstelle ist ein Austauschbahnhof zur Überführung von Güterwagen angelegt.

Die B. B.- und C. I.-Bahn führt zwischen der Eingeborenenstadt und Malabar-Hill durch und folgt dem Ufer der Backbai an der ganzen Stadt entlang bis zu dem im Süden gelegenen Endbahnhof Colaba-Station, an die ein Güterbahnhof und Hafengleise angeschlossen sind. Die G. I. P.-Bahn liegt für den Personenverkehr nicht so günstig, wie die B. B.- und C. I.-Bahn, denn sie endet weiter nördlich zwischen dem Fort und der Eingeborenenstadt; von ihr sind die großen Hafenbecken im Nordosten zugänglich. — Die beiden Strecken in und bei Bombay gehören zu den ältesten Eisenbahnen in ganz Indien.

Die B. B.- und C. I.-Bahn führt an der ganzen Stadt entlang. Innerhalb der Stadt sind fünf Stationen mit einem durchschnittlichen Abstand von 1,4 km angelegt, so daß diese Linie, die ganz zweigleisig ist, als Stadtbahn zu bezeichnen ist. Die Stadtbahn liegt aber in Straßenhöhe; hieraus ergibt sich jedoch im südlichen Teil von Colaba-Station bis Charni-Road-Station kein Mißstand, da hier die Bahn nur den unbedeutenden Weststrand der Backbai von der Stadt abtrennt, der in der Hauptsache nur zu Krankenbaracken, Beerdigungs- und Verbrennungsplätzen benutzt wird. Die Gleise sind gegen die Parallelstraße durch Gitter abgesperrt. Die Überwege sind möglichst beschränkt und oft nur für Fußgänger und Radfahrer bestimmt. Neben den in Schienenhöhe überführten Fahrwegen liegen häufig besondere, durch Treppen zugängliche Fußgängerüberführungen. Nördlich von Charni-Road-Station wendet sich die Bahn vom Meere ab; die verkehrsreichen nach Malabar-Hill führenden Straßen sind hier mit oft wenig günstigen Rampen überführt.

Die Bahn dient dem Güter-, Personen-, Fern- und Vorortverkehr. Sämtliche Personenzüge beginnen und enden in der Colaba-Station, während die Güterzüge nach den an diesen Bahnhof angeschlossenen Güter- und Hafenanlagen durchgeführt werden. Im Personenverkehr ist Church Gate-Station in der Nähe des Forts die wichtigste Station für die Europäer und für das Geschäftsviertel, während Grant-Road-Station dem Verkehr der Eingeborenenstadt dient; die Zwischenstationen Charni-Road und Marine-Lines haben nur örtliche Bedeutung und werden von einzelnen Fernzügen ohne Aufenthalt durchfahren. Im Vorortverkehr endet der größere Teil der Züge in Bandra, der zwölften Station, 19 km von Colaba entfernt.

1) Auf Malabar-Hill liegen auch inmitten einer herrlichen Gartenwelt jene „Türme des Schweigens“, in denen die Parsen treu dem alten Glauben ihre Toten den Geiern zum Fraße vorwerfen.

2) Wir wenden im folgenden diese Abkürzungen für die beiden Eisenbahngesellschaften an.

Ungefähr alle $1^1/_2$ Stunden wird ein Zug bis nach Borivil, der 17. Station — 36 km — durchgeführt, und nach Virar, der 21. Station — 63 km —, an der der Vorortverkehr endet, gehen täglich fünf Vorortzüge durch.

Insgesamt verkehren in der der Stadt Bombay zunächst liegenden Zone nach jeder Richtung täglich 50 Vorortzüge;

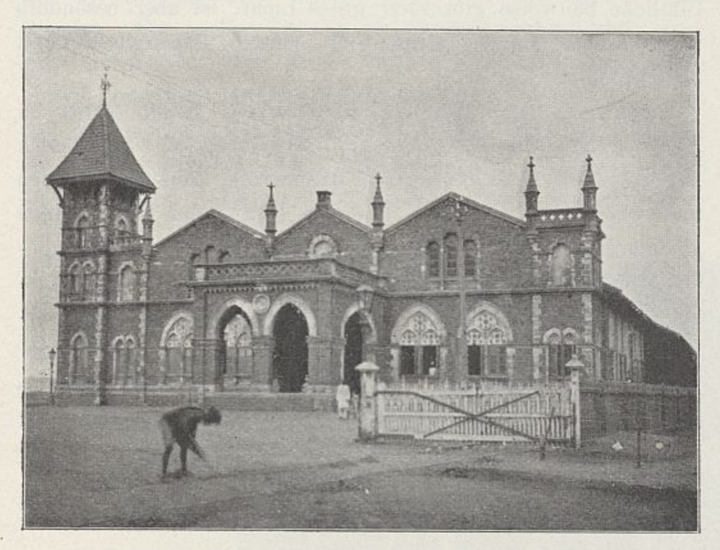


Abb. 2. Ansicht der Colaba-Station in Bombay.

Sonntags wird nach englischer Sitte diese Zahl wesentlich eingeschränkt. Die dichteste Zugfolge ist nachmittags zwischen 5^{30} und 7^{00} Uhr zur Zeit des Geschäftsschlusses, in der die Züge sich teilweise in einem Abstand von 4 bis 10 Minuten folgen. Aus diesen Angaben sieht man, daß sich das geschäftliche Leben Bombays ähnlich abspielt wie das europäischer und amerikanischer Großstädte und daß es daher auch an die Verkehrsmittel ähnliche Anforderungen stellt. Wie überall in Indien haben auch die Vorortzüge drei Klassen; die erste wird fast nur von Europäern und Parsen, die dritte nur von Eingeborenen benutzt. Die Fahrpreise sind ziemlich hoch, denn sie betragen 4,8 — 2,4 — 1,0 Pf./km je für die I. — II. — III. Klasse. Für den Vorortverkehr sind besondere Wagen vorhanden, die unsern deutschen Abteilwagen sehr ähnlich sind und von den sonst in Indien üblichen Wagen sehr abweichen, da diese in der ersten und zweiten Klasse große Abteile mit Schlaflagern in der Längenrichtung des Zuges haben. An beiden Enden des Zuges stehen Wagen mit Packabteilen, wodurch die sonst erforderliche Umänderung des Zuges an den Endstationen vermieden wird.

Die G. I. P.-Bahn liegt nach Abb. 4 Bl. 53 im Gegensatz zur B. B.- und C. I.-Bahn an der Ostseite der Stadt, aber nicht unmittelbar am Meer, sondern ist von ihm durch die Hafenanlagen getrennt. Die Lage der die Stadt durchziehenden Linie bedingt zahlreiche Kreuzungen mit den von den nördlichen Stadtteilen (der Eingeborenenstadt) zu dem Hafen führenden Straßen, die fast sämtlich schienenfrei und zwar meist durch Überführungen der Straßen hergestellt sind. Da im Süden Bombays das „Fort" (das Geschäftsviertel) in die Hafenanlagen, besonders die staatlichen Docks und die Anlegeplätze der Personendampfer unmittelbar übergeht, blieb hier kein Raum für die Eisenbahn und diese endet daher nördlich in dem prächtigen Viktoria-Bahnhof, neben dem der Ortsgüterbahnhof liegt.

Von der im Norden Bombays gelegenen, aus Abb. 5 Bl. 53 ersichtlichen Berührungsstation mit der B. B.- und C. I.-Bahn an ist die G. I. P.-Bahn viergleisig; das östliche Gleispaar dient dem Güter-, besonders dem Hafenumschlagverkehr, das westliche dem Personen-Fern- und Vorortverkehr. Ein fünftes Gleis, das sich im Besitz der Stadtverwaltung befindet, dient der Abfuhr des Mülls.

Im Vorortverkehr endet ein Teil der Züge in Kurla — 15 km, andere gehen bis Thana — 33 km, die weitesten bis Kalyan — 53,5 km (Abb. 5 Bl. 53). Im ganzen werden täglich 53 Züge in beiden Richtungen gefahren, deren Abstand sich in den Stunden des stärksten Verkehrs auf 10 Minuten verdichtet. In den letzten Jahren gewinnt der Vorortverkehr eine besondere Bedeutung durch die Bekämpfung der Pest. Die Regierung hat nämlich schon seit langer Zeit auf den im Norden Bombays gelegenen Flächen Hütten erbaut, die sie den Eingeborenen während der trockenen Jahreszeit kostenlos zur Verfügung stellt. Von diesen Sommer- oder richtiger gesagt Winterwohnungen können die in der Stadt Beschäftigten aber nur Gebrauch machen und so den schrecklichen Behausungen in der Eingeborenenstadt entgehen, wenn sie rasch und billig zu ihrer Arbeitsstätte gelangen können. Die Pflege des Vorortverkehrs ist daher in Bombay von einer außerordentlich hohen gesundheitlichen Bedeutung und wird vielleicht in der Bekämpfung der schrecklichen Seuche mehr Erfolge haben als alle ärztlichen Maßnahmen.

II. Die Anlagen der Bombay-Baroda- und Central-India-Eisenbahn.

Die B. B.- und C. I.-Eisenbahn hat, wie oben erwähnt, innerhalb Bombays für den Personenverkehr fünf Stationen, und wenn von diesen auch Marine-Lines und Charni-Road nur eine örtliche Bedeutung für den Vorortverkehr haben, so verteilt sich doch der ganze Verkehr derart, daß jede der einzelnen Stationen ziemlich klein gehalten werden kann.



Abb. 3. Älteres Empfangsgebäude der Station Church-Gate.

Den Endpunkt der Bahn bildet die erst vor kurzem an Stelle einer veralteten Anlage erbaute Station Colaba, von der Text-Abb. 2 eine Ansicht des in einfachen, aber ansprechenden englisch-gotischen Formen gehaltenen Kopfbaues zeigt. Die Abfertigungsräume sind, wie aus Abb. 1 Bl. 54 zu ersehen ist, in sehr mäßigen Grenzen gehalten und bestehen außer den notwendigsten Diensträumen nur aus zwei kleinen

Warteräumen für Männer und Frauen; der geringe Umfang des ganzen Gebäudes erklärt sich daraus, daß hier der Fernverkehr nur eine geringe Rolle spielt, weil die Church-Gate-Station für das Geschäftsviertel günstiger liegt. Die Colaba-Station hat fünf Bahnsteiggleise mit einem Außen- und zwei Inselbahnsteigen, die mit der in Abb. 2 Bl. 54 dargestellten Doppelhalle überdacht sind. An dem Bahnhof führt ein Gütergleis vorbei, das zur Verbindung mit den südlich gelegenen Hafenanlagen und Baumwollspinnereien dient; ein kleiner von den Personengleisen durch das Gütergleis getrennter Abstellbahnhof vervollständigt die Anlage.

Die übrigen vier Stationen sind einfache Durchgangsstationen. Sie haben ebenso wie die weiter außerhalb gelegenen Vorortstationen nur die beiden durchgehenden Hauptgleise, die nach Abb. 3 Bl. 53 an beiden Enden des Bahnhofs durch je eine einfache Gleisverbindung so miteinander verbunden sind, daß keine Spitzweichen entstehen. In ihrer Anlage mit zwei Außensteigen, einer Bahnsteigbrücke und zwei einander gegenüberliegenden Empfangsgebäuden ähneln sie sehr den in England häufig ausgeführten Stationen. Die Bahnsteige sind nach Abb. 6 Bl. 53 mit kleinen Hallen überdacht; die Brücke liegt je nach den örtlichen Verhältnissen innerhalb oder außerhalb der Sperre. Bahnhofswirtschaften für Europäer fehlen auf den Stationen der B. B.- und C. I.-Bahn innerhalb Bombays und können auch entbehrt werden, da sie nach der in Indien herrschenden Lebensweise nur auf solchen Bahnhöfen notwendig sind, auf denen die Züge fahrplanmäßig zur Einnahme von Mahlzeiten halten. Dagegen sind einfache Erfrischungen, besonders Getränke und Obst, bei den Bahnsteighändlern zu haben.

Die Station Church-Gate ist die wichtigste für das Geschäftsviertel und die Gasthöfe. Der Zugang zu dem Bahnhof findet nur von Osten statt, da auf der Westseite der kahle Strand und das Meer liegt. Da in Indien „links“ gefahren wird, müssen die abfahrenden Reisenden den westlichen, also von der Stadt entfernten Bahnsteig benutzen. Es ist daher auf dieser Seite, wie aus Abb. 6 Bl. 54 zu ersehen ist, neben den älteren Bauten ein neues Abfertigungsgebäude errichtet worden, das eine geräumige, als Wartesal dritter Klasse dienende Halle und für die beiden oberen Klassen nach der in Indien üblichen Weise je einen Warteraum für Männer und Frauen enthält. In Verlängerung der bestehenden kleinen Bahnsteig-Holzüberdachungen ist eine auch die Gleise überspannende Bahnsteighalle neu erbaut worden. Die beiden einander gegenüberliegenden älteren Empfangsgebäude zeigen nach Text-Abb. 3 ein hübsches Äußere mit Holzfachwerk und vielen Schnitzereien.

Der Bahnhof Grant-Road zeigt die in Abb. 5 Bl. 54 dargestellte etwas umfangreichere Gleisanlage. Um an den haltenden Fern- und Vorortzügen Güterzüge vorbeiführen zu können, sind hier zwischen die Personengleise zwei Gütergleise gelegt; auf dem Bahnhof herrscht also Richtungsbetrieb. Auch auf dieser Station ist auf der wichtigeren Westseite, der Abfahrseite nach Norden, nachträglich das Empfangsgebäude erheblich vergrößert worden. Der Neubau zeigt eine in wuchtigen, ansprechenden Formen gehaltene Werksteinarchitektur. Zu beachten ist hier die in Abb. 3 Bl. 54 dargestellte große offene Wartehalle für die Reisenden III. Klasse, die größtenteils von hier abfahren, weil diese Station der Eingeborenenstadt am nächsten liegt. Die Bahnsteighallen überdachen, wie Abb. 4 Bl. 54 zeigt, nur die Personen-, aber nicht die Gütergleise.

Neben dem Personenbahnhof Grant-Road liegt ein Ortsgüterbahnhof mit einem Güterschuppen, der sechs zu den Gleisen quer verlaufende Sägedächer hat; diese recht eigentümliche Bauweise gibt zwar gutes Licht, ist aber besonders in tropischen Länder wegen der starken Regengüsse nicht zu empfehlen.

Große Anlagen für den Güterverkehr liegen ferner im Süden Bombays in der Nähe der Colaba-Station. Sie dienen hauptsächlich dem Verkehr in Baumwolle, Reis und Weizen und werden von den G. I. P.- und B. B.- und C. I.-Bahnen gemeinsam benutzt; letztere führt den Betrieb. Der Wagenaustausch findet in dem mehrfach genannten Berührungsbahnhof im Norden Bombays statt. Prächtig ist das Verwaltungsgebäude der B. B.- und C. I.-Bahn, ein gewaltiger Schloßbau in der für viele öffentlichen Gebäude Indiens eigenartigen Vereinigung des englisch-gotischen Stils mit Motiven der indisch-mohammedanischen Baukunst.

III. Die Anlage der Great Indian Peninsula-Eisenbahn.

Unter den Anlagen der G. I. P.-Eisenbahn nimmt der in Abb. 1 Bl. 53 dargestellte Viktoriabahnhof die erste Stelle ein. Für seine Entwicklung fand er sehr günstige Geländeverhältnisse, da sich die Personen- und Güterverkehrsanlagen mit allen Betriebseinrichtungen auf dem Gelände der früher erwähnten „freien Zone“ uneingeschränkt entwickeln konnten, sobald deren Bebauung gestattet wurde.

Das in Abb. 9 Bl. 53 im Grundriß dargestellte Empfangsgebäude ist mit dem Verwaltungsgebäude der Eisenbahngesellschaft zu einem Prachtbau vereinigt, und es wird nicht mit Unrecht behauptet, daß es das schönste Empfangsgebäude der Welt sei. Wie Text-Abb. 1 zeigt, ist das gewaltige hufeisenförmige Gebäude unter Benutzung mohammedanisch-indischer Motive in den wuchtig vornehmen Formen englischer Gotik gehalten und in reichster Werksteingliederung ausgeführt. Die prächtige Wirkung wird noch wesentlich gehoben durch die in der Tropensonne doppelt wirksame Schattengebung der loggienartigen Bogenhallen, die ringsum den einzelnen Geschossen vorgelagert sind und den Zweck haben, von den Räumen die unmittelbare Sonnenbestrahlung fernzuhalten. — Gekrönt wird der prächtige Bau von einem Vierungsturm mit Kuppel.

Von dem Gebäude dient, wie aus Abb. 9 Bl. 53 zu ersehen ist, nur der nördliche Flügel für Zwecke des allgemeinen Verkehrs. Seine Grundrißdurchbildung ist wenig günstig. Von der Straße gelangt man unmittelbar in eine große Eingangshalle, die gleichzeitig als Wartesaal erster und zweiter Klasse dient; in sie ist die Fahrkartenausgabe eingebaut. Südlich von der Eingangshalle und durch sie von dem Kopfbahnsteig getrennt liegen die Erfrischungsräume, die durch einen gedeckten Gang mit der Küche usw. in Verbindung stehen. Die östlich von der Eingangshalle angeordneten, von ihr aber nicht unmittelbar zugänglichen Warteräume für Damen und Herren sind in der in Indien üblichen Weise nur Vorräume zu den Aborten. Die innere Ausstattung der Eingangshalle, die nach Text-Abb. 4 wie eine prächtige Kirche wirkt, ist eine äußerst vornehme, und

die ganze Wirkung ist sehr malerisch, da überall reizende Durchblicke durch die Bogenhallen entstehen.

Zwischen dem Empfangsgebäude und der Bahnsteighalle liegt der Querbahnsteig, der in seinem Aufbau als ein besonderer Bauteil ausgebildet ist und an amerikanische Kopfbahnhöfe erinnert. Er ist etwa 22,50 m breit und wird, um die Eingangshalle zu entlasten, zur Abfertigung mitbenutzt. Ein großer Teil ist als Gepäckannahme und -Ausgabe ausgebildet und zwar liegt diese unmittelbar neben einem besonderen seitlichen Eingang zum Querbahnsteig, so daß das Gepäck überhaupt nicht in die Eingangshalle gebracht zu werden braucht. Der östliche Teil des Kopfbahnsteigs ist zu einem durch ein festes Drahtgitter umschlossenen Raum abgeteilt, der zur Abfertigung von Paketen und Wertsendungen dient.

Der Querbahnsteig hat nach Abb. 8 Bl. 53 ein niedriges, fast wagerechtes Dach, so daß zwischen der Bahnsteighalle und dem Empfangsgebäude eine Art Lichtschacht entsteht, der für die natürliche Beleuchtung beider sehr zweckmäßig ist. Die Dachaufbauten wirken nicht nur gut bezüglich der Lichtzuführung und Lüftung, sondern sie bringen auch eine recht gute architektonische Wirkung hervor, da durch sie der im Verhältnis zu ihrer Breite sehr niedrigen Halle der Schein des Gedrückten genommen wird.

Der Querbahnsteig ist unter der Hallenschürze durch ein schmiedeeisernes Gitter von der Bahnsteighalle getrennt, in dem die Bahnsteigsperren und die Tafeln zur Angabe der Abfahrzeiten und Richtungen der Züge angebracht sind. Die Namen und Zahlen sind auf prismatischen Körpern (Trommeln) angeschrieben, die um wagerechte Achsen drehbar sind und von unten eingestellt werden.

Die Bahnsteighalle umfaßt zwei Außen- und zwei Innenbahnsteige. Zwischen den letzteren liegen nicht zwei, sondern vier Gleise, von denen die mittleren nicht zur Ein- und Ausfahrt der Züge benutzt werden können, da der Gleisabstand für die Anlage eines Bahnsteigs zu klein ist und außerdem durch die hier stehende Säulenreihe eingeengt wird. Die mittleren Gleise können daher nur als Aufstell- und Rücklaufgleise benutzt werden. Von den Bahnsteigen dient der östlichste nur für die Ankunft, neben ihm liegt nach englischem Vorbild eine Straße für Droschken, die aber nicht in die Halle selbst hineingeführt ist, sondern ganz außerhalb derselben verbleibt. Die Bahnsteighalle ist daher an ihrer östlichen Längsseite nicht mit einer Abschlußwand versehen, sondern öffnet sich vollständig nach der Straße hin. Diese ganze Anlage muß als recht zweckmäßig bezeichnet werden, denn ein unter eine geschlossene Halle führender Fahrweg würde in dem heißen Indien zu noch größeren Unannehmlichkeiten führen als in England; — trotzdem ist eine derartige Anordnung, wie hier nebenbei bemerkt sei, in Madras ausgeführt, wo die Hitze noch wesentlich größer ist.



Abb. 4. Eingangshalle des Viktoriabahnhofs in Bombay.

Die Bahnsteighalle ist zweischiffig mit einer mittleren Säulenreihe und besteht aus Polonceaubindern. Sie wirkt zwar nicht so frei wie eine große Halle, verdient aber der größeren Billigkeit wegen den Vorzug. Die Beamten halten es für das zweckmäßigste, wenn nur die Bahnsteige mit Einzelhallen überdacht, die Gleise aber ganz unüberdeckt wären, da diese Anordnung am ehesten dem kühlenden Luftzug Zutritt gestattet. — Die Knotenpunkte der Hallenbinder zeigen Gelenkbolzenverbindungen. Über der Mitte der Gleise ist nach englischem Vorbild unmittelbar oberhalb des „lichten Raumes“ ein durchgehender Holzbohlensteg in Gestalt einer flachen umgekehrten Rinne aufgehängt, an dem sich der Rauch der Lokomotiven niederschlägt, so daß mit gutem Erfolg einem Verqualmen der Halle vorgebeugt wird. Während

die östliche Längsseite der Halle ganz offen ist, ist die westliche Seite gegen die unmittelbar an ihr entlang führende Straße durch eine architektonisch reich ausgestattete, mit vielen Fenstern durchbrochene Wand geschlossen.

An der Nordseite der Halle, also an dem bahnseitigen Ende, sind die Bahnsteige durch eine Brücke miteinander verbunden. Eine derartige Verbindung hat bei Kopfbahnhöfen im allgemeinen nur dann Wert, wenn in den Bahnhof mehrere Linien münden und ein starker Übergangsverkehr besteht; aus diesem Grunde ist z. B. in Frankfurt a. M. ein Bahnsteigtunnel angelegt worden. Ähnliche Verbindungen finden sich aber auch in reinen Kopf-Endbahnhöfen, so auf mehreren Bahnhöfen in London, können aber in der Regel keine hohe Bedeutung für den Verkehr der Reisenden gewinnen. In Bombay hat aber die Bahnsteigbrücke dadurch einen besonderen Wert, daß ein großer Teil der Reisenden, und zwar die überwiegende Zahl der Eingeborenen von Norden, von der nördlich gelegenen Eingeborenenstadt, kommen. Es ist daher am Nordende der Halle auch eine besondere Fahrkartenausgabe dritter Klasse angelegt worden, von der die Eingeborenen über die Bahnsteigbrücke unmittelbar zu den Bahnsteigen gelangen. — Die prächtige Haupteingangshalle erfährt damit zugleich eine recht wünschenswerte Entlastung von dem Verkehr der nicht immer ganz sauberen Eingeborenen.

Die Gleisanlagen entwickeln sich nach Abb. 1 Bl. 53 aus dem Hauptgleispaar, neben dem ein besonderes Gütergleispaar entlang läuft. Nördlich von der Halle liegen zum Teil zwischen, zum Teil östlich von den Hauptgleisen die Gleise zum Aufstellen, Untersuchen, Reinigen usw. der Personenzüge. Vier in der Verlängerung der beiden mittleren Bahnsteige liegende Gleise sind auf etwa 110 m Länge mit Arbeitsgruben ausgerüstet, so daß das Nachsehen der Untergestelle der Wagen bequem möglich ist, ohne daß der Zug zu diesem Zweck auseinander genommen werden muß. Zwischen einer Gleisgruppe von vier beiderseits angeschlossenen Gleisen sind erhöhte Laufstege aus Holz in etwa 130 m Länge vorgesehen, von denen aus die Wagen bequem gereinigt werden können. Eine Gruppe von acht stumpf endigenden Gleisen von durchschnittlich etwa 300 m Länge dient zum Aufstellen von Personen- und Güterwagen. Nach englischem Vorbild sind in unmittelbarer Nähe der Bahnsteige Verladeeinrichtungen für Pferde und Wagen angeordnet.

Die Sicherung der Zugfahrten erfolgt durch ein großes Stellwerk mit 68 Hebeln. Die Weichen sind zum Teil mit Druckschienen ausgerüstet, die ein Umstellen unter dem Zuge verhindern. Besondere Schutzweichen sind zahlreich eingebaut, bestehen aber nur in kurzen Abzweigungen einer Schiene, durch die eine Entgleisung herbeigeführt wird.

Die Güterverkehrsanlagen des Viktoriabahnhofs sind nicht sehr umfangreich. Bemerkenswert sind die beiden Güterschuppen, deren in Abb. 7 Bl. 53 dargestellter Querschnitt ein zweischiffiges Dach mit mittlerer Säulenreihe und eisernen Bindern zeigt. Das Ladegleis und die Ladestraße sind in den Schuppen eingeführt, die Längswände sind nicht geschlossen.

Einen großen, hauptsächlich dem Umschlagverkehr dienenden und von der B. B.- und C. I.-Bahn mitbenutzten Güterbahnhof, Wadi Bandar genannt, besitzt die G. I. P.-Bahn an dem Hafen, den sog. Princessdocks. Von der in Abb. 8 Bl. 54 dargestellten Anlage sind besonders die umfangreichen Güterschuppen bemerkenswert. Vier Schuppen von 240 bis 280 m Länge liegen durch Ladestraßen und Gleise getrennt einander gegenüber. Der südlichste Schuppen hat ein inneres Ladegleis, der nördlichste zeigt nach Abb. 7 Bl. 54 mit einer inneren Ladestraße und einem innen liegenden Ladegleis einen ähnlichen Querschnitt wie der oben erwähnte, im Viktoriabahnhof liegende Güterschuppen. Die beiden inneren Schuppen schließen zwischen sich zehn Gleise ein, von denen auf jeder Seite die beiden äußersten überdacht sind. Die Gleise sind außer durch Weichen durch vier Drehscheibenstraßen miteinander verbunden. Die Schuppen selbst sind dreischiffig, das eine Schiff nimmt die beiden Ladegleise, das folgende die Ladebühne, das dritte die Ladestraße auf. Die zahlreich vorhandenen Krane scheinen nur wenig benutzt zu werden. In die Ladebühne greifen kurze von den Drehscheiben ausgehende Stumpfgleise ein.

Die Anlagen der G. I. P.-Bahn für den Vorortverkehr unterscheiden sich nicht wesentlich von denen der B. B.- und C. I.-Bahn. Auch hier sind die Vorortstationen mit Außenbahnsteigen ausgerüstet. Der Zugang ist jedoch nicht immer schienenfrei. In Abb. 2 Bl. 53 ist der Gleisplan der Station Thana dargestellt, an der ein Teil des Vorortverkehrs endet. Die durchgehenden Züge und sämtliche Vorortzüge benutzen die beiden Hauptgleise I und II; auch die hier endigenden Vorortzüge fahren auf Gleis I ein und werden dann, um Gleis II zu entlasten, sofort auf das Gleis III umgesetzt, das zur Aufstellung und zur Ausfahrt der Vorortzüge dient. Neben Gleis III liegt noch ein besonderes Aufstellgleis 4 für Vorortzüge. Die in der Abb. 2 Bl. 53 dargestellten Stumpfgleise dienen dem Güterverkehr. Die Gleise 4 und 5 werden auch zum Aufstellen von Güterzügen benutzt, die hier überholt werden sollen. Die Güterzüge müssen zu diesem Zweck zur Vermeidung von Spitzweichen in die beiden Gleise zurückgedrückt werden. (Dies ist auch bei Gleis 4 nötig, da hier die in Hauptgleis II liegende Kreuzung nicht als einfache Kreuzungsweiche ausgebildet ist.) Über die in der Abb. 2 Bl. 53 dargestellten Signale ist zu bemerken, daß ein einflügliges Einfahrsignal die Bedeutung hat, daß ein erwarteter Zug einfahren darf, aber in der Station halten muß. Zwei gezogene Flügel dagegen bedeuten freie Ein- und Durchfahrt ohne Halten.

Von allen Eisenbahnanlagen Indiens nehmen die Bahnanlagen Bombays, soweit wir dies beurteilen können, die erste Stelle ein, und man muß, selbst wenn man lange in Indien gereist ist und die Schätze des Landes kennen gelernt hat, erstaunt sein, dort so umfangreiche Eisenbahn- und Hafenanlagen zu finden.

Buchdruckerei des Waisenhauses in Halle a. d. S.